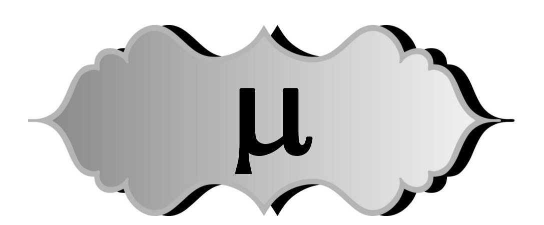
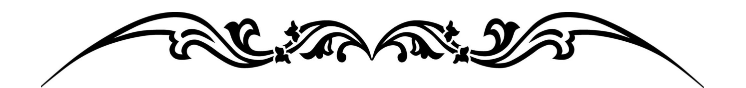
العناصر الغذائية المعدنية وتأثيراتها

1) مصادر العناصر الغذائية .
2) الصورة التى تمتص عليها العناصر الغذائية .
3) الدور الذى تلعبه العناصر الغذائية داخل النباتات .
4) أعراض نقص العناصر الغذائية وكيفية تيسرها .
5) المشاكل الناتجة عن زيادة العناصر المعدنية (التسمم المعدنى) .



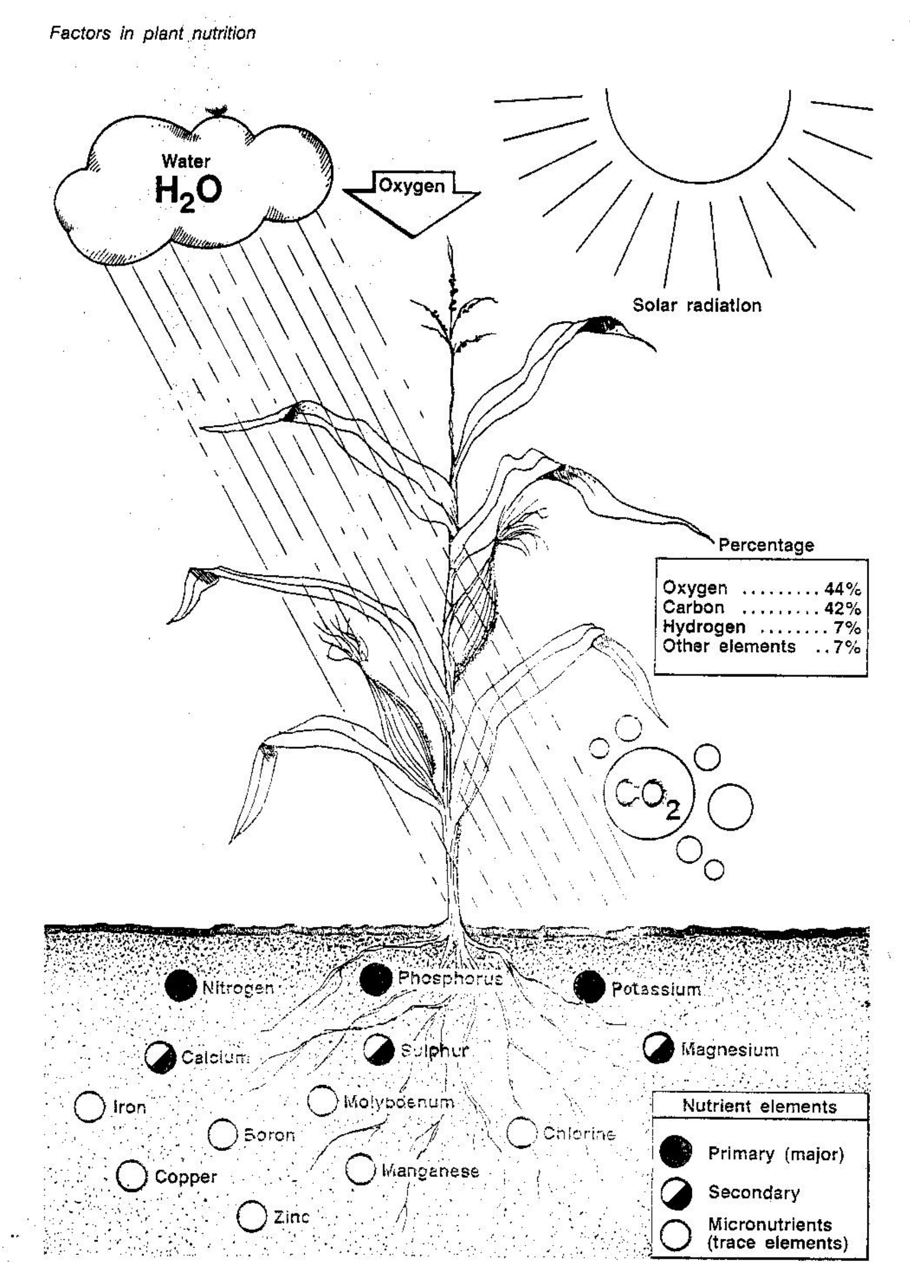
نتناول فى هذا الفصل دراسة الدور الذى تقوم به العناصر الغذائية داخل النباتات مع الاهتمام بكيفية تأثير هذه العناصر على النبات والتعرف على أعراض نقصها وعلاجها وكذلك المشاكل الناتجة عن زيادة العناصر المعدنية (التسمم المعدنى) .



العناصر الغذائية المعدنية وتأثيراتها على نباتات الحاصلات البستانية

مصادر العناصر الغذائية والدور الذى تلعبه (أهميتها) داخل النباتات وأعراض نقصها وتيسرها بالتربة :-

من المعروف أن النباتات تحصل على غذائها بالصورة الطبيعية من ثلاث مصادر أساسية وهى (الماء – الهواء – الأرض) كما هو موضح بالشكل (   ) .



وتعتبر كل من المادة العضوية والمكونات المعدنية الميسرة بالتربة هى المصادر الرئيسية لمعظم العناصر الغذائية للنباتات .

وعليه فإن العناصر الكيميائية التى تمتصها النباتات من الماء أو الهواء أو التربة بكميات كبيرة أو قليلة لتقوم بتحويل الطاقة التى تصل إلينا من الأشعة الشمسية إلى طاقة كيميائية من خلال عملية التمثيل الضوئى والتى تساهم فى عملية التمثيل الغذائى بغرض تخليق المواد العضوية اللازمة لاستكمال دورة حياة النبات ، وتستخدم النباتات العناصر والمركبات منخفضة الطاقة لإنتاج مدى واسع من المواد والمركبات عالية الطاقة والتى تعتبر بصفة أساسية غذاء للإنسان والحيوان ، وعند تحليل الأنسجة النباتية بالطرق الحديثة تبين وجود معظم العناصر الموجودة فى الجدول الدورى للعناصر فى الأنسجة النباتية كما هى موجودة فى التربة أو البيئة التى تنمو بها النباتات ، وقد تم التعرف على حوالى من 32 : 35 عنصر فى النباتات منها عناصر (الكربون – الأيدروجين – الأكسجين) التى تتكرر فى جميع النباتات وهى عناصر أساسية تشكل أكثر من 92٪ من وزن النباتات ويستمدها من الهواء الخارجى والتربة والماء وكذلك حوالى من 16 : 22 عنصر يمكن اعتبارها ضرورية خاصة لحياة النباتات الراقية وعليه جمعت هذه العناصر تبعاً **للكميات** التى تحتاجها النباتات إلى :-

أ) عناصر ضرورية كبرى .

ب) عناصر ضرورية صغرى .

ج) عناصر مفيدة .

عناصر ضرورية كبرى **Macro nutrients**	عناصر ضرورية صغرى **Micro nutrients**	عناصر مفيدة **Beneficial elements**
– كربون (C)	– حديد (Fe)	– سليكون (Si)•
– أيدروجين (H)	– زنك (Zn)	– كوبلت (Co)•
– أكسجين (O_2)	– منجنيز (Mn)	– صوديوم (Na)•
– نيتروجين (N)	– نحاس (cu)	– سيلينيم
– فوسفور (P)	– بورون (B)•	– يود (I)•
– بوتاسيوم (K)	– موليبدنيوم (Mo)•	– نيكل – (Ni)•
– كالسيوم (Ca^{++})*	– كلوريد (Cl)	
– مغنيسيوم (Mg)*		
– كبريت (S)*		

(*) عناصر ثانوية كبرى .   (•) تحتاجها النباتات بكميات ضئيلة للغاية .

ونلاحظ أن العناصر الغذائية الضرورية هى : **الكربون – الأيدروجين – الأكسجين – النيتروجين – الفوسفور – البوتاسيوم – الكالسيوم – المغنيسيوم – الكبريت – الحديد – الزنك – المنجنيز – النحاس – البورون – الموليبدنيوم – الكلور** ، ويحصل النبات على **الكربون والأيدروجين والأكسجين** من الهواء والماء والتربة ، وتشكل هذه العناصر الثلاثة مجتمعة أكثر من 92٪ من البرتوبلازم الحى ، ويُمتص النيتروجين أكثر من أى عنصر آخر ، حيث يُشكل 1 – 2٪ من البروتوبلازم الحى وكذا الفوسفور والبوتاسيوم أما الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت فتمتص بكميات أقل ، ويمتص **(الحديد – الزنك – المنجنيز – النحاس – البورون – الموليبدنيوم)** بكميات صغيرة جداً ولذا فهى عناصر ضرورية صغرى .

وبالإضافة إلى العناصر الضرورية ، فإن النبات يمتص أكثر من 40 عنصراً آخر يكون لها **تأثير مفيد** ، رغم أنها ليست من العناصر الضرورية ، فمثلاً يؤدى امتصاص الكرفس للصوديوم إلى تحسن فى الطعم حيث يكون لمثل هذه العناصر تأثيراً مفيداً لبعض النباتات تحت ظروف بيئية خاصة مثل دور النيكل (Ni) فى نشاط أنزيم اليوريز Urease ودور الكوبلت (Co) فى المساعدة على تكوين الجذور العرضية فى بعض النباتات وكذلك تعديل النسبة الجنسية كما فى **الكوسة** ودور السليكون (Si) فى تحسين نمو الشعير ودوار الشمس (زهرة الشمس) والأرز.

يعتبر العنصر ضرورياً إذا توافرت فيه الشروط التالية :-

1) يؤدى غياب العنصر من بيئة نمو النبات إلى حدوث نمو غير طبيعى ، ويفشل النبات فى إكمال دورة حياته ، ويموت مبكراً .
2) لا يستطيع عنصر آخر القيام بعمل العنصر الضرورى .
3) يجب أن يحدث تأثيره بصورة مباشرة على نمو وميتابوليزم النبات ، وليس عن طريق تأثير غير مباشر كإحداث تأثير مضاد لعنصر آخر مثلاً (Jones,1982) .
4) تظهر أعراضه بشكل واضح عند غيابه .
5) أن يثبت ضروريته بالشروط السابقة لجميع النباتات الراقية تحت كل الظروف البيئية.

وبناء على هذا أمكن حصر ما لا يقل عن **16** عنصر فى الأنسجة النباتية ويمكن اعتبارها ضرورية لحياة جميع النباتات الراقية .

وفى الحقيقة فإن **كمية العنصر** فى النبات لا تدل على مدى أهميته وضروريته حيث أن بعض العناصر توجد بكميات قليلة جداً إلا أنها مهمة جداً وضرورية لنموه وحياته (المغذيات الصغرى Micro Nutrients) وعموماً فإن إدخال النظم الحديثة لتقدير العناصر فى النباتات بالتركيزات القليلة جداً ساعدت وقد تساعد فى المستقبل على اكتشاف عناصر ضرورية جديدة لنمو النباتات .

جدول (   ) يوضح الصورة التى تمتص عليها العناصر ومدى انتقاله والدور المميز فى حياة النبات

العنصر	الصورة الممتصة (الأيونات) كاتيونات	أنيونات	الحركة فى النبات	الدور المميز فى حياة النبات (مختصر)
الأكسجين (*)		$O_2 - CO_2$	متحرك	بناء المواد الكربوهيدراتية ومركبات الطاقة
الكربون(*)		CO_2	متحرك	
الأيدروجين(*)		H_2o	متحرك	
النيتروجين (N)	أمونيا $NH4^+$	نتراتNO_3^-	متحرك	بناء البروتين وتكوين الخلايا
فوسفور (P)		$H_2PO_4^-$ HPO_{4--} PO_4^{---}	متحرك	تركيب الأحماض النووية (DNA ، RNA) ومركبات الطاقة ADP-ATP ومرافقات الأنزيمات -NADP . NAD
بوتاسيوم (K^+)	K^+	-	متحرك	تنظيم العمليات الحيوية (انقسام الخلايا – نفاذية الخلايا – تمثيل البروتين والكربون) وانتقال الكربوهيدرات .
الكالسيوم (Ca)	Ca^{++}	-	غير متحرك	تكوين الجدر الخلوية (الصفيحة الوسطى) وعمليات الانقسام الخلوى
المغنيسيوم (Mg)	Mg^{++}	-	متحرك	تكوين جزئ الكلوروفيل ومنشط للعديد من الأنزيمات
الكبريت (S)		SO_4^{--}	بطئ الحركة	يدخل فى تركيب الأحماض الأمينية الكبريتية الأساسية (بناء المواد الطيارة ومرافق أنزيمى هام فى عملية التنفس.
الحديد (Fe)	Fe^{++} (حديديك)	-	غير متحرك	تركيب العديد من الأنزيمات المسئولة عن التنفس (أكسدة واختزال) .
المنجنيز	Mn^{++}	-	بطئ الحركة	منشط أنزيمى فى التنفس وتمثيل البروتين .
الزنك	Zn^{++}	-	متحرك	ضرورى لتكوين الأكسجين وتمثيل البروتين والكلوروفيل
النحاس	Cu^{++}	-	غير متحرك	الأكسدة والاختزال وله دور فى التمثيل الضوئى وتكوين الكلوروفيل .
البورون		BO_3^{---}	غير متحرك	انقسام الخلايا وانتقال السكريات وإنبات حبوب اللقاح .
الموليبدنم		$HmoO_4^-$	متحرك	هام لاختزال النترات داخل النبات إلى أمونيا وله دوراً هام فى ميتابولزم الفوسفور .
الكلور (*)		Cl^-	متحرك	عملية التمثيل الضوئى وتنظيم العلاقات المائية داخل النبات عن طريق أكسدة الماء .

(*) يلاحظ أن المصدر الأساسى له هو الأمطار والهواء الخارجى لذا لا نلجأ إلى إضافتها ، وسوف نتناول بالتفصيل دور كل عنصر داخل النباتات .

وفيما يلى نوضح أهمية العناصر الضرورية حيث أهمية كل عنصر والدور الذى يلعبه بالنباتات وكذلك أعراض نقصه وسميته والصورة التى يمتص عليها وتيسره فى التربة .

أولاً : العناصر الأساسية Essential Elements وهى (الأكسجين – الكربون – الأيدروجين)

وتشكل هذه العناصر الهيكل الرئيسى للمادة الخضراء فى النبات وتحصل النباتات الراقية على معظم احتياجاتها من H-C-O من الهواء والتربة والماء ، فإن النبات يحصل على حاجته من الكربون C والأكسجين O من الهواء مباشرة من غاز **CO_2** ، ويكون **الكربون** 40٪ من الوزن الجاف للنبات ويعتبر مصدره الوحيد CO_2 والذى تتراوح نسبته بالجو 0.3 – 0.4 ٪ ويدخل الكربون فى تكوين جميع المواد العضوية فى النبات حيث باتحاده مع كل من O_2 ، H يتكون جزئ الكربوهيدرات (فى وجود الطاقة الضوئية ومادة الكلوروفيل خلال عملية التمثيل الضوئى ومن هذه المواد تتكون باقى المواد الحيوية بالنبات (البروتين – الأصباغ – الهرمونات – الدهون – وغيرها ..) وحديثاً يستفاد من ذلك بالنسبة للنباتات النامية بالصوب أو الأنفاق فى المناطق الباردة خلال فصل الشتاء (حيث ينخفض تركيز الغاز مما يقل معه معدل البناء بدرجة كبيرة) فيتم فى هذه الحالات **التغذية** (بضخ) غاز ثانى أكسيد الكربون صناعياً إلا أنه يجب الحرص الشديد فى التركيز المستخدم يتراوح من (300 : 1000 جزء فى المليون ، وكذلك مدة التعرض وكذلك توافر الإضاءة ويستخدم فى ذلك (غاز CO_2 المضغوط فى أنابيب خاصة أو CO_2 المتسامى من الثلج الجاف الموضوع خاصة أو الكيروسين والبارافين وغاز البروبان حيث يؤدى حرقها فى مواقد خاصة إلى إنتاج غاز CO_2) ، وتعتبر هذه الطريقة حديثة جداً وتستخدم تحت الظروف المبينة وقد لاقت نجاحاً فى عديد من محاصيل الخضر (الطماطم ، الخيار ، الخس ، الكرفس ، البصل ، الجزر ، البقدونس) وللمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع **(يراجع كتاب : تكنولوجيا الزراعات المحمية – الفصل الثالث – أ. د/ أحمد عبد المنعم حسن)** .

- وبالنسبة للأكسجين : يحصل النبات عليه من CO_2 الجوى والجذور تحصل على حاجتها من O_2 اللازم للتنفس عن طريق العديسات بالجذور .
- والأيدروجين : يحصل النبات على حاجته من ماء الرى .

ثانياً : <u>وبالنسبة لباقى العناصر فيمكن تقسيمها إلى</u> :–

1- العناصر الضرورية الكبرى (السمادية) Macronutrients

(نيتروجين – فوسفور – بوتاسيوم – مغنيسيوم – كالسيوم – كبريت)

وهى تلك التى تتواجد فى الأنسجة البنائية بتركيزات عالية نسبياً وعادتاً ما يعبر عنها كنسبة مئوية (٪) ويرجع ذلك لاحتياج النبات اليها بكميات كبيرة ولهذا فهى تحدث تأثيراً إيجابياً على النمو والمحصول عند إضافتها بكميات متزايدة إلى بيئة النمو .

ومن أهم خصائصها أن المدى بين التركيز المفيد والتركيز الضار أو السام لها واسع وهى تدخل فى تركيب البروتينات والدهون والأحماض النووية والأنزيمات وكذا فى عمليات ضبط الأسموزية داخل الخلايا والتكوين البنائى للخلايا ولهذا تحتاجها النباتات بكميات كبيرة .. وسيتم الشرح تفصيلياً لأدوار هذه العناصر وأعراض نقصها وسميتها والصورة التى تمتص عليها وكيفية تيسرها .

2- العناصر الضرورية الصغرى (السمادية) **Micro Nutrients**

(الحديد – الزنك – المنجنيز – النحاس – البورون – الموليبدنم – الكلوريد)

وهى العناصر التى تتواجد فى الأنسجة النباتية بتركيزات قليلة نسبياً وعادتاً ما يعبر عن تركيزاتها بالجزء فى المليون (ppm) ويرجع ذلك إلى احتياج النبات اليها بكميات قليلة .

ولوحظ أن إضافتها بكميات قليلة يكون له مردوداً إيجابياً على نمو النبات والمحصول ، ونجد أن المدى بين التأثير المفيد والتأثير الضار ضيق بعكس الحال عنه فى العناصر الكبرى بمعنى أن إضافة كميات كبيرة منها يحدث سمية Toxicity ويؤثر على المحصول بالنقص .

وتلعب هذه العناصر الصغرى دوراً هاماً كعامل مساعد Catalyst وتدخل بصفة أساسية فى تنشيط عمليات تكوين الأنزيمات والهرمونات ولا تدخل فى تركيب المواد العضوية .

3- العناصر الفعالة (غير ضرورية) المفيدة Beneficial Elements

(الكوبلت – الصوديوم – اليود – السليكون – سيلينيم – النيكل)

هذه العناصر لها تأثير إيجابى فى بعض الحالات الخاصة على نمو بعض النباتات تحت ظروف خاصة فهى قد تحسن النمو والمحصول إلا أن غيابها لا يؤثر على النمو ولا يلزم إضافتها للتربة ، ونلاحظ أنه لم يتأكد بعد الدور الذى تقوم به فى حياة النباتات الراقية ولم يثبت ضروريتها لجميع النباتات ، فيما عدا بعض الحالات مثل :-

- أثر النيكل (Ni) فى نشاط أنزيم اليوريز Urease .
- دور الكوبلت (Co) فى المساعدة على تكوين الجذور العرضية ببعض النباتات وتعديل النسبة الجنسية فى الكوسة .
- دور السيليكون (Si) فى تحسين نمو الشعير ودوار الشمس (زهرة الشمس) .

وتحدث هذه الأدوار بتركيزات ضئيلة جداً للغاية ، ونلاحظ أن التركيزات المحسوسة منها قد تؤثر على النبات تأثيراً سلبياً بالسمية والأضرار كما سيتم شرحه .

وعلى الرغم من هذا فإن هناك العديد من المراجع تعتبر (الكوبلت – النيكل – سيلينيم) من العناصر الضارة والتى تسبب سمية للنباتات علاوة على تأثير العناصر الثقيلة (Heavy metals) مثل الكادميوم Cd ، الكروم Cr ، الزئبق Hg ، الرصاص pb وهى تعطى تأثير سمية على النبات مشابه لنقص عنصر الحديد كما سيتم توضيحه .

ولابد من توضيح دور كلاً من العناصر السمادية الرئيسية والثانوية وكذا الصغرى (الدقيقة) حيث لابد من إيضاح (**أهميتها** – أعراض نقصها – زيادتها (سميتها) – الصورة التى يمتص

عليها العنصر – تيسر العنصر بالتربة وهو ما سنتناوله الآن) ويستفاد من معرفة ذلك تحديد الكميات الواجب إضافتها من كل عنصر وكذا معرفة وقت الإضافة الأمثل (مرحلة النمو المثلى للإضافة) ومعرفة مدى حاجة النبات للعنصر أو مدى تيسره من عدم تيسره ومدى حالة وحاجة النبات للتسميد وسوف يتم فى الفصل التالى معرفة طرق التعرف على حاجة المحاصيل البستانية للتسميد وما هى الطرق المختلفة لتقدير نقص العناصر الغذائية بها .

أهمية العناصر السمادية (الدور – النقص – الزيادة – الصورة – التيسر) :

✍ <u>النيتروجين</u> :

أ. أهمية النيتروجين للنبات :

له دور هام فى تركيب البروتين الذى يعتبر المركب الأساسى فى البروتوبلازم ويدخل فى تركيب الأنزيمات ، كلوروفيل أ ، ب وبعض الأحماض فى النواة ، وبعض الهرمونات ، ومن أهم المركبات التى يدخل النيتروجين فى تركيبها : البيورين Purines ، والبريميدين Pyrimidines ، وهما من المركبات الأساسية فى الأحماض النووية RNA و DNA كما يدخل فى تركيب البورفرين porphyrin الذى يوجد فى الكلوروفيل ، وفى إنزيمات السيتوكروم وهما ضروريان للتمثيل الضوئى والتنفس ويدخل النيتروجين أيضاً فى تركيب مرافقات الإنزيمات الضرورية للعديد من الإنزيمات ويعمل النيتروجين الوفير على تشجيع النمو النشط .

علاقة النيتروجين بسلوك النبات :

1) **<u>نمو المجموع الخضرى وصفاته</u>** :

لا شك أن إمداد النبات بــ N إلى حد معين يؤدى إلى زيادة تكوين البروتين ويشجع هذا تكوين أوراق ذات أسطح كبيرة تقوم بعملية التمثيل الكربوهيدراتى بكفاءة عالية ولكن زيادة N عن الحد المناسب قد يؤدى إلى نقص امتصاص بعض العناصر الأخرى خاصة الفسفور P وهذا يؤثر دون شك على نمو النبات ، كما أن زيادة التسميد النيتروجينى تؤدى لزيادة كمية البروتوبلازم مع قلة الفائض منه لتكوين الجدر الخلوية ، وقد تكون الخلايا الناتجة عصيرية رقيقة الجدار قليلة الصلابة وتكون خلايا فى هذه الحالة **<u>سهلة التأثر</u>** لحد كبير بالظروف البيئية كالجفاف والصقيع وتصبح أكثر عرضة للإصابة **<u>بالأمراض الحشرية</u>** والفطريات ..

ولا شك أن التأثر السابق لزيادة الأزوت له أهمية معينة فى محاصيل الألياف حيث يهمنا إنتاج ألياف ذات صفات جيدة وكذلك يرجع هذا التأثير فى النجيليات حيث يهمنا إنتاج نباتات ذات سيقان صلبة مقاومة للرقاد فى آخر مراحل نموها .

2) **نمو المجموع الجذرى** :

وجد أن زيادة N عن الحد المناسب **يقلل** من نمو المجموع الجذرى ويرجع ذلك إلى زيادة كمية الكربوهيدرات المستعملة فى النمو الخضرى وقلة الكمية المنقولة للجذور ، وزيادة N يؤدى لزيادة إنتاج الأوكسينات النباتية والتى من أهمها أندول حمض الخليك **IAA** وهذه الأوكسينات أكثر أثراً على المجموع الجذرى عن المجموع الخضرى .

3) **صور الكربوهيدرات** .. التأثير على صورة الكربوهيدرات ← زيادة النيتروجين يؤدى **لنقص** كمية **السكر** وزيادة كمية **الكربوهيدرات** .

4) **موعد الإزهار والإثمار** :

زيادة التسميد الآزوتى **تزيد** النمو الخضرى وتؤخر دخول الشجرة فى الإزهار والإثمار كما أن زيادة التسميد الآزوتى **فى مرحلة نضج الثمار** يؤدى لتأخر نضجها .

ب. أعراض نقص النيتروجين :

تختلف أعراض نقص النيتروجين فى نباتات الفلقة الواحدة ، عنه فى نبات الفلقتين ، حيث يتميز نقص النيتروجين فى ذوات الفلقة الواحدة باصفرار وسط نصل الورقة ، مع بقاء الحواف خضراء ، أما فى النباتات ذات الفلقتين ، فإن الورقة تصبح متجانسة بلون أخضر مصفر ، وتظهر الأعراض فى كليهما على الأوراق السفلى أولاً ، فتصبح الأوراق خضراء باهتة ، ثم يتحول لونها إلى الأصفر ويكون نمو النبات بطيئاً ومتقزماً ، كما يكون حجم الأعضاء النباتية الأخرى أقل من الحجم الطبيعى ، ويصبح النبات متخشباً (Lorenz & Maynard 1980) .

ولا تظهر أعراض نقص النيتروجين على الأوراق الحديثة إلا بعد فترة من ظهور أعراض نقص العنصر على الأوراق المسنة ، لأن النيتروجين على درجة عالية من القدرة على الحركة بالنبات فالأوراق الصغيرة تحتفظ بالنيتروجين الذى يصلها ، بالإضافة إلى أن جزءاً من النيتروجين ينتقل اليها من الأوراق المسنة ، وفى حالات النقص الشديد تجف الأوراق السفلى وتسقط ، وتأخذ الأوراق العليا لوناً أصفر شاحباً ، وفى العنب : تصبح الأوراق لونها أخضر فاتح والنمو ضعيف ويقف النمو الطولى مبكراً ، أما فى الموالح : تصبح الأوراق صفراء صغيرة الحجم والشجرة محدودة الطول ويظهر عليها موت الأطراف .

وقد يصاحب نقص النيتروجين فى بعض النباتات إنتاج النبات لصبغات أخرى غير الكلوروفيل ، ففى الطماطم مثلاً يصاحب نقص النيتروجين ظهور لون بنفسجى فى أعناق الأوراق وبالعروق ، نتيجة تكون صبغة الأنثوسيانين ، ويظهر هذا اللون أحياناً كذلك على سيقان بعض النباتات عند نقص النيتروجين (Devlin, 1975) وفى حالة النقص الشديد تتوقف النباتات عن النمو وتنهى دورة حياتها مبكراً .

ج. تيسر النيتروجين فى التربة :

يكثر النيتروجين فى الطبقات العليا ، ويقل كلم تعمقنا فى التربة ، ذلك لأن المادة العضوية تكثر فى الطبقات العليا من التربة ، ويتوفر النيتروجين بين PH 6 – 8 ، ويقل نسبياً فى PH 5 – 6 ، 8 – 9 ، ويصبح النقص شديداً فى PH أقل من 5 ، أو أعلى من 9 ، ويكثر ظهور أعراض نقص النيتروجين فى الأراضى الفقيرة فى المادة العضوية .

هـ. الفقد فى النيتروجين بالتربة :

يعتبر النيتروجين من أكثر العناصر الغذائية عرضة للفقد بالرشح من التربة ، خاصة فى المناطق التى تكثر فيها الأمطار ، ويفقد النيتروجين فى صورة نترات بسرعة كبيرة لذوبانها فى الماء وفقدها فى ماء الصرف ، أما النيتروجين الأمونيومى ، فيدمص على سطح حبيبات الطين ، ويقاوم الفقد بالرشح ، ولكن مع مرور الوقت يتحول النيتروجين فى التربة من الصورة الأمونيومية إلى الصورة النتراتية بفعل الكائنات الحية الدقيقة ، وبالتالى يتعرض للفقد بالرشح ، وتزداد سرعة هذا التحول مع ارتفاع درجة الحرارة ، وتوفر الرطوبة الأرضية ، والتهوية المناسبة .

ومن المعتقد أن النباتات تستفيد من نحو 50٪ من السماد الآزوتى المضاف تحت معظم الظروف ، وأن معظم الفقد يحدث بعد تحول الأزوت فى التربة من الصورة الأمونية إلى الصورة النتراتية .

و. تثبيت أزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية :

(سيتم تناول هذا الموضوع بالتفصيل بجزء التسميد العضوى)

✍ الفوسفور :

أ. أهمية الفوسفور :

يدخل الفوسفور فى تركيب الأحماض النووية ، ويلعب دور كبير فى كثير من التفاعلات الإنزيمية ، فهو يدخل فى تركيب كل الأحماض النووية ، مثل : (الـــ DNA ، والـــ RNA ، والـــ tRNA ، والـــ ribosomal RNA) بالإضافة إلى دخوله فى تركيب الإنزيمات اللازمة لتفاعلات الطاقة المختلفة فى عمليات التنفس والتمثيل الضوئى ، وكذلك يدخل فى تركيب المركبات الفسفورية ذات الروابط الغنية بالطاقة (الـــ ADP ، والـــ ATP) وفى مرافقات الإنزيمات NADP,NAD ، وفى تركيب بعض الدهون (الـــ phospholipids) ، ومن ثم فإن الفوسفور عنصر أساسى فى النبات ، فهو يدخل فى تركيب الأحماض النووية ، وما لها من أهمية بالنسبة للكائن الحى ، وأهمية الـــ ADP ، والـــ ATP فى نقل الطاقة غنية عن البيان ، وأما مرافقات الإنزيمات NADP,NAD فلها دورها الهام فى تفاعلات الأكسدة والاختزال ، ويعتمد عليها فى التفاعلات الحيوية الهامة فى التمثيل الضوئى ، والتنفس ، والـــ glycolysis ، وفى تمثيل الأحماض الدهنية وغيرها ، أما الـــ Phospholipids ، فمن المعتقد أنها مع البروتين تشكل جزءاً هاماً من الأغشية الخلوية .

ويوجد الفوسفور بتركيزات عالية فى المناطق المرستيمية التى يكون فيها النمو نشيطاً ، حيث يشترك الفوسفور فى تمثيل البروتينات النووية .

ويعمل الفوسفور على تقليل الأثر الضار لزيادة الأزوت فى التربة ، لأن وفرة الفوسفور تقلل من امتصاص النيتروجين غير العضوى ، وهو يبكر فى النضج وبذلك فهو يضاد التأثير الضار لزيادة عنصر الأزوت الذى يؤدى إلى اتجاه النبات نحو النمو الخضرى ، هذا .. ويشجع الفوسفور على نمو الجذور ، خاصة الجذور العرضية والليفية ،ويتراكم جزء كبير من الفوسفور الذى يمتصه النبات فى البذور والثمار (Meyer, et. al.1960 ، استينو وآخرون 1963) حيث أن له دور فى نضج الثمار والبذور ويلعب دوراً هاماً فى زيادة حيوية وجودة البذور .

ب. أعراض نقص الفوسفور (عنصر متحرك) :

تختلف أعراض نقص الفوسفور فى النباتات ذات الفلقة الواحدة ، عنها فى النباتات ذات الفلقتين ، ففى نباتات الفلقة الواحدة يؤدى نقص العنصر إلى ظهور لون أحمر أو أرجوانى فى مناطق مختلفة من الورقة فى مرحلة النمو الخضرى ، أما فى ذوات الفلقتين ، فإن العروق الرئيسية للأوراق المسنة تأخذ لوناً أحمر أو أرجوانياً ، بينما تبقى الأوراق الحديثة بلون أخضر داكن أو أخضر رمادى ويزداد اللون الأرجوانى على عروق الأوراق وعلى السيقان ، وبخاصة على الناحية السفلية للأوراق ، ونظراً لأن الفوسفور يتحرك بسهولة فى النبات highly mobile ، فإن الأعراض تظهر على الأوراق السفلية المسنة أولاً ، لأن الأوراق الحديثة تسحب احتياجاتها من الفوسفور ، حتى ولو تطلب الأمر تحرك العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، ويكون تحرك العنصر فى صورة أيون الفوسفات ، وتتساقط الأوراق مبكراً فى حالة الفاكهة متساقطة الأوراق مثل العنب – التفاحيات والحسليات والتين حيث تسقط فى الخريف بدلاً من ديسمبر ويناير .

وبصفة عامة .. يكون نمو النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور بطيئاً ، وسيقانها رفيعة ومتليفة ، وتتأخر فى النضج ، وقد تسقط البراعم الزهرية والأزهار ، وتكون الثمار صغيرة الحجم ، ويصبح المجموع الجذرى محدود فى النمو ويحدث قلة تفريع النباتات .

هذا .. ويرجع ظهور اللون الأرجوانى عند نقص الفوسفور إلى أن نقص العنصر يؤدى إلى نقص تمثيل البروتين ، وذلك يعنى تراكم تركيزات مرتفعة من السكريات بالأوراق ، وهذه تتوفر لتمثيل صبغة الأنثوسيانين فى الموالح مثل الليمون والبرتقال تصبح الأوراق لونها أخضر برونزى والمحصول قليل والثمار كبيرة والقشرة **سميكة** وقلة العصير .

ج. الصور التى يمتص عليها الفوسفور :

يمتص النبات عنصر الفوسفور فى صورة أيونات الفوسفات فقط ، وهى تكون فى إحدى الصور التالية :

$H_2PO_4^-$ (يد2 فو ا4¯) dihydrogen phosphate.

HPO_4^{--} (يد فو ا4¯¯) monohydrogen phosphate.

PO_4^{---} (فو ا4¯¯¯) phosphate.

والصورة الأولى (H_2PO_4) هى أكثر الصور امتصاصاً ، لأنها أكثرهم ذوباناً ، ولكن يتوقف مدى توفر هذه أو تلك على PH التربة ، ويتوفر الفوسفور فى صورة H_2PO_4 ، خاصة فى PH من 5.5 – 6.5 .

د. تيسر الفوسفور فى التربة :

يتوفر الفوسفور فى التربة بين PH 6.5 – 7 ، ويقل نسبياً فى الأراضى القاعدية 7.5 – 8.5 وفى الأراضى القلوية فيتكون فوسفات الكالسيوم الثلاثى ، وهو أيضاً غير قابل للذوبان.

ويتوفر الفوسفور فى الأراضى التى تكون قد سمدت لعدة سنوات سابقة بغزارة بالأسمدة الفوسفورية ، إذ أن الفوسفور يثبت فى التربة بسهولة ، ولكن بعد فترة من التسميد الغزير تقل مقدرة التربة على تثبيته ، وعموماً .. فإن كمية الفوسفور المستخدمة فى التسميد تزيد كثيراً عن حاجة النبات الفعلية من هذا العنصر ، لأن جانباً كبيراً من الفوسفور المضاف يثبت قبل أن يستعمله النبات .

ويوجد الفوسفور فى التربة فى صورتيه العضوية وغير العضوية ، ومن الصور العضوية : الأحماض النووية ، والفوسفوليبدات والـــ inositol phosphates ويعتبر الفوسفور العضوى غير ميسر للنبات ، لأنه غير قابل للامتصاص ، ولكنه يتحلل فى النهاية إلى الصورة غير العضوية .

ومن العوامل التى تزيد من تيسر الفوسفور وتقلل تثبيته فى التربة ما يلى :-

1. تركيز الأسمدة الفوسفاتية قريباً من النبات فى شريط ضيق ، فتزداد بذلك نسبة الفوسفور السمادى الذى يظل غير مثبت ، ويبقى ميسراً للنبات .
2. استخدام الأسمدة الفوسفاتية المحببة granular ، بدلاً من المسحوقية ، نظراً لصغر المساحة التى يتلامس فيها السماد مع حبيبات التربة فى الحالة الأولى ، فتقل فرصة تثبيت الفوسفور .
3. خلط الفوسفور غير العضوى مع الأسمدة العضوية ، فتقل بذلك فرصة تثبيته ، إذ أن الأحماض العضوية الموجودة بالأسمدة العضوية تعمل على تحويل الفوسفات من صورته الثلاثية إلى صورتيه الثنائية والأحادية ، وبذلك يزيد التسميد العضوى من تيسر الفوسفور فى الأراضى القلوية .

4. يتصاعد غاز ك ا2 من جذور النباتات أثناء تنفسها ، وكذلك نتيجة لتنفس الكائنات الدقيقة فى التربة ، ويتكون منه حامض الكربونيك الذى يعمل على تحويل الفوسفات الثلاثى إلى فوسفات ثنائى كما يلى :-

$Ca_3 (PO_4)_2 + HCO_3 \rightarrow Ca_3 (H_2 PO_4)_2 Ca CO_3$

5. بالمحافظة على PH التربة بين 6 – 7 يمكن تقليل تثبيت الفوسفور إلى الحد الأدنى ، هذا .. وتجدر ملاحظة أن الفوسفور المثبت يظل مخزوناً فى التربة ، وقد يصبح ميسراً تحت ظروف أخرى علاوة على أنه يمكن استخدام ميسرات الفوسفور مثل الميكروهيزا والباسيللس بخلطهم بالتربة والتقاوى وجذور الشتلات ، كما سيتم تناولهم بالتفصيل بجزء التسميد العضوى .
6. استخدام (حامض الفوسفوريك 54٪ P_2O_5) وذلك بالحقن فى مياه الرى Fertigation وذلك على فترات على حسب الاحتياجات الغذائية وبرنامج التسميد للنبات موضع الاعتبار .

✍ البوتاسيوم :

أ. دور البوتاسيوم فى النبات :

يمتص النبات البوتاسيوم بكميات أكبر مما يمتص أى عنصر آخر ، ويعتبر هو الكاتيون السائد فى النبات ، ومعظم النباتات تمتص كميات من البوتاسيوم أكثر من حاجتها الفعلية للنمو وإعطاء محصول جيد .. ويسمى الامتصاص الزائد للبوتاسيوم باسم الاستهلاك الترفى Luxury Consumption ولا يدخل البوتاسيوم فى التركيب الكيمائى للنبات كالعناصر الأخرى ، فهو يتواجد كملح غير عضوى ، إلا إنه يتواجد أيضاً كملح بوتاسيوم للأحماض العضوية .

ويبدو أن للبوتاسيوم علاقة بتمثيل الأحماض النووية فى النبات ، كما أن له أهمية كبيرة فى عملية انقسام الخلايا ، وتنظيم نفاذية الأغشية فى النبات ، وقد وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى إلى تراكم مركبات النيتروجين الذائبة ، بينما يقل محتوى النباتات من النيتروجين ، ويعنى ذلك أن البوتاسيوم مرتبط بطريق ما بتمثيل البروتين من الأحماض الأمينية ، كما وجد أن نقص البوتاسيوم يؤدى أيضاً إلى بطء عملية التمثيل الضوئى ، **وزيادة التنفس** ، وينظم البوتاسيوم تمثيل الكربون فى النبات .

ويلعب البوتاسيوم دوراً هاماً فى انتقال السكريات والبروتين فى النبات ، وبالتالى فإنه يؤثر على اختزان المواد الكربوهيدراتية فى أعضاء التخزين (Buckman & Brady, 1960) .

هذا .. ولا يمكن الاستغناء عن البوتاسيوم ، أو إحلاله نهائياً بعنصر شبيه له بدرجة كبيرة ، كالصوديوم أو الليثيوم ، ويمتص العنصر فى صورة أيون البوتاسيوم K^+ (بو$^+$) .

ويزداد تركيز البوتاسيوم فى المناطق الحديثة النشطة ، خاصة البراعم والأوراق الصغيرة والقمم النامية للجذور ، بينما يقل وجوده فى البذور والثمار الناضجة .

ينظم البوتاسيوم سمك الجذور الخلوية ،وبالتالى يؤثر على صفات النبات المرتبطة بذلك كالرقاد وخلافه ، وعند نقص البوتاسيوم تكون الأنسجة الوعائية ضعيفة .

ب.أعراض نقص البوتاسيوم : (عنصر متحرك)

عند نقص البوتاسيوم فى التربة ينتقل العنصر من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ولهذا يظهر على الأوراق المسنة أولاً ، لأنه يوجد بحالة ذائبة فى النبات ، وعليه .. تظهر أعراض نقصه فى الأوراق المسنة أولاً ، فتظهر أعراض النقص فى البداية فى صورة اصفرار خفيف على حواف الأوراق ، يتبعه تقدم الاصفرار على امتداد العروق ، ويتغير لون الحواف إلى اللون البنى الداكن ، وتسمى هذه الحالة باسم انسفاع أو احتراق scorching ، وقد تأخذ حواف الأوراق لوناً برونزياً وتجف ، وتظهر بقع بنية متناثرة على حواف الورقة ، وفى الخيار تصبح حواف الأوراق المسنة صفراء ، ولكن تبقى العروق الوسطى والعروق الأخرى بالورقة خضراء اللون ، وفى الطماطم والبطاطا تصبح الأوراق خشنة الملمس ومجعدة Puckered ، وتلتف حوافها لأسفل ، وتصفر ، وفى النهاية تتحول إلى اللون البنى ، وفى نباتات الفلقة الواحدة يبدأ الاصفرار من قمة الأوراق ، ويمتد لأسفل نحو الحواف ، ويظل مركز الأوراق أخضر اللون ، وفى الموالح تصبح الأوراق مجعدة ملتوية وتظهر عليها بقع مصفرة والثمار صغيرة وقليلة السكريات وتنخفض فيها الحموضة (يقل PH العصير) .

وعموماً .. فإن نمو النبات الذى ينقصه البوتاسيوم يكون بطيئاً ، ولا تكون الثمرة الواحدة متجانسة فى نضجها ، كما فى حالة النضج المتبقع Blotchy Ripening فى الطماطم والتفاح والبرقوق ، ومن أهم أعراض نقص البوتاسيوم نقص التغليظ الثانوى فى الجذور والدرنات ، مما ينتج عنه تكوين أعضاء تخزين (جذور أو درنات) رفيعة .

ويؤدى نقص البوتاسيوم بالأشجار إلى نقص المقدرة على التخزين من الكربوهيدرات (السكريات) مما يؤدى لنقص عدد الأزهار المتفتحة ونقص عقد الثمار وصغر حجمها وقلة تلوينها وانخفاض جودتها .

ج. تيسر البوتاسيوم فى التربة :

يتوفر البوتاسيوم فى التربة فى PH من 6 – 7 وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم غالباً فى الأراضى الخفيفة الرملية وفى أغلب الأراضى العضوية وترتبط كمية البوتاسيوم الذائبة ارتباطاً قوياً بكمية الطين فى التربة ، حيث تحتوى الأراضى الغنية بالطين على كميات عالية من البوتاسيوم الذائب .

ويتوفر البوتاسيوم فى التربة على ثلاث صور متبادلة كالتالى :-

بوتاسيوم غير متبادل ← بوتاسيوم متبادل ← بوتاسيوم فى المحلول الأرضى ، ومع امتصاص النبات للبوتاسيوم يزداد التبادل نحو الجهة اليسرى .

ولتلافى أعراض نقص البوتاسيوم سريعاً يتم :-

أ. الرش بواسطة أحد مركبات البوتاسيوم الورقية (أكسيد بوتاسيوم سائل أو ثيو سلفات البوتاسيوم السائل) بمعدل من 1.5 : 2 لتر / 400 – 600 لتر ماء رشاً أو كلوريد البوتاسيوم Kcl (63٪ K_{20}) 1.5 كجم / للفدان رشاً .

ب. تعويض احتياجات النقص بواسطة إضافته للتربة :

- سلفات البوتاسيوم (النقى) 51٪ K_{20} (يمكن استخدامها مع الرى بالتنقيط) .
- سلفات البوتاسيوم (التجارية) 48٪ K_{20} (لا يفضل استخدامها مع الرى بالتنقيط) .
- أحادى فوسفات البوتاسيوم (MKP) 34٪ K_{20} (تصلح مع الرى بالتنقيط) .
- نترات البوتاسيوم + المغنيسيوم 43٪ K_{20} (تصلح مع الرى بالتنقيط) .

✍ الكالسيوم :

أ. أهمية الكالسيوم للنبات :

للكالسيوم دوراً كبيراً فى تكوين الجدر الخلوية ، وخاصة فى تكوين الصفيحة الوسطى Middle lamella ، حيث يتفاعل حمض البكتيك Pectic acid مع الكالسيوم ، مكوناً بكتات الكالسيوم غير القابلة للذوبان ، وتعمل بكتات الكالسيوم مع بكتات المغنيسيوم على لصق سلاسل السليلوز ببعضها البعض أثناء عمل الجدر الخلوية . ولذلك .. فوجود الكالسيوم مهم فى الأنسجة السريعة النمو ، كمرستيم الساق ، والجذر ، والكامبيوم له دور كبير فى نجاح عملية التخصيب حيث له تأثير على جذب أنبوبة اللقاح داخل المبيض (الانتحاء الكيماوى) .

وللكالسيوم دوراً فى تكوين الأغشية الخلوية أيضاً إذ أن ملح الكالسيوم للمادة الدهنية Lecithin يدخل فى تركيب الغشاء الخلوى ، كذلك يعتقد أن للكالسيوم دوراً فى الانقسام الخلوى الميتوزى ، وأنه قد يكون له دور فى تكوين المغزل ، وفى تركيب وثبات الكروموسوم ، وللكالسيوم دور منشط لبعض الإنزيمات ، مثل triphosphatase - adenosine - arginine kinase-phospholipase وغيرهم ، ويبدو أن الكالسيوم ضرورى لامتصاص النيتروجين النتراتى ، حيث تتراكم السكريات والنشويات فى النباتات النامية فى بيئة فقيرة فى الكالسيوم ، وتكون غير قادرة على امتصاص النيتروجين النتراتى ، لكن يتغير هذا الوضع بسرعة ، وتظهر النترات فى وقت قصير عند التسميد بالكالسيوم ، ويتراكم معظم الكالسيوم فى النبات فى الأوراق ، ويمتصه النبات فى صورة أيون الكالسيوم Ca^{++} ويقوم بمعادلة الأحماض العضوية التى تنتج فى الخلايا النباتية وبذلك يمنع الضرر

الناشئ من زيادة تركيز هذه الأحماض ، كما يلعب دوراً هاماً فى معادلة التأثر السام للملوحة فى التربة على النبات .

ب. أعراض نقص الكالسيوم :

يعد الكالسيوم من العناصر غير الذائبة فى النبات (غير متحرك) لذلك فإنه لا ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة عند نقصه فى التربة ، وتظهر أعراض النقص فى الأوراق الحديثة والأنسجة المرستيمية أولاً .

وأعراض نقص العنصر هى :-

- انحناء طرف كل من الأفرع والأوراق على شكل خطاف .
- موت البراعم الطرفية للأشجار .
- ظهور لون أخضر مصفر على الأوراق الحديثة ، بينما تبقى الأوراق المسنة بلون أخضر عادى ، إلا أن حوافها تكون عادة أقل اخضراراً من مركز الورقة .

ومع استمرار نقص العنصر تظهر بقع متحللة فى الأوراق الحديثة وتلتف أطرافها لأسفل ، وأحياناً تكون حوافها متموجة وغير منتظمة النمو ، كما يكون النبات متخشباً ، والنمو متقزماً ، والجذور قصيرة وسميكة ، وذلك لارتباط الكالسيوم بالانقسام الميتوزى فى النبات ، ولنفس السبب تموت القمم النامية بالسيقان والأوراق والجذور ، ويتوقف النمو .

ويؤدى نقص الكالسيوم إلى ظهور العديد من الأمراض الفسيولوجية فى محاصيل الخضر والفاكهة ، منها : (تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم والفلفل – القلب الأسود فى الكرفس – احتراق حواف الأوراق بالخس – الندبة أو النقرة الطرية بالتفاح Bitter pit) .

ويعالج نقص الكالسيوم بإضافة العنصر للتربة ، أو عن طريق الأوراق رشاً ، فيضاف الكالسيوم للتربة عند استخدام الجبس الزراعى فى رفع PH التربة ، أو عند استخدام **نترات الكالسيوم** (مع الرى بالتنقيط) أو السوبر فوسفات كأسمدة ، ولكن يمكن أيضاً إضافة الكالسيوم رشاً بأحد المركبات التالية :-

1- كلوريد الكالسيوم (36.1٪ كا) بتركيز 2.5 – 5 كجم/ 400 لتر ماء للفدان .
2- نترات الكالسيوم (20٪ كا) بتركيز 2.5 – 8 كجم/ 400 لتر ماء للفدان .
3- كالسيوم مخلبى بتركيز من 6 : 12٪ (مخلب على EDTA أو أحماض أمينية وستريك أسيد) بمعدل 1 كجم/ 400 لتر ماء للفدان .

ج. تيسر الكالسيوم فى التربة :

الكالسيوم هو الكاتيون السائد فى معظم الأراضى ، ويشكل عادة أكبر نسبة من الكاتيونات المتبادلة ، حيث يحل الأيدروجين محله فى غرويات التربة ، والجزء الأكبر من الكالسيوم الموجود فى التربة يوجد فى صورة غير متبادلة ، فيوجد متحداً كيميائياً مع عناصر أخرى فى تركيب بعض المعادن كالأنورثيت anorthite ($Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8$) وفى الكالسيت ($Ca\ Co_3$) Calcite فى المناطق الجافة وشبه الجافة .. ويكثر فوسفات الكالسيوم الثلاثى غير القابل للذوبان فى الأراضى القلوية .

المغنيسيوم : (Mg)

أ. دور المغنيسيوم فى النبات :

المغنيسيوم عنصر أساسى لتكوين جزئ الكلوروفيل ، حيث يدخل فى تركيب كل من كلوروفيل أ ، ب ، لذلك فهو أساسى لعملية البناء الضوئى ، كما أن بكتات المغنيسيوم تشترك مع بكتات الكالسيوم فى لصق ألياف السليلوز عند بناء جدر الخلايا ، لذلك فهو ضرورى لعملية انقسام الخلايا .

ويعمل المغنيسيوم كعامل منشط للعديد من الإنزيمات الهامة فى تحولات التمثيل الغذائى للمواد الكربوهيدراتية ، كما يعمل كمنشط للإنزيمات التى تشترك فى تمثيل الأحماض النووية RNA-DNA ويبدو أنه يقوم بدور هام كعامل لاصق للميكروسومات microsomes التى يتم عليها تمثيل البروتين ، ويمتص العنصر فى صورة أيون المغنيسيوم Mg^{++} .

ب. أعراض المغنيسيوم : (عنصر متحرك)

عند نقص المغنيسيوم فى التربة نجد أن العنصر ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة ، لذا تظهر أعراض نقصه على الأوراق المسنة أولاً ، وفى الحالات الشديدة تظهر الأعراض على الأوراق الحديثة أيضاً .

وتكون الأعراض فى شكل تبقعات صفراء مبرقشة mottling تنتشر فى الورقة ، خاصة فى الأوراق المسنة ، كما تظهر بقع بنية على حواف وقمم الأوراق ، وفى الصليبيات تأخذ الأوراق مظهراً براقاً ، وفى معظم النباتات يظهر اصفرار بين العروق فى الأوراق المسنة ، ثم يتغير لونها تدريجياً من الأخضر الداكن إلى الأخضر المصفر فالأصفر ، بينما تبقى العروق خضراء اللون ، وتبدأ هذه الأعراض من حواف الورقة ، ثم تتجه تدريجياً نحو مركزها ، ومع ازدياد نقص العنصر تتحول الأجزاء الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة وقمة وحافة الورقة تنثنى لأعلى .

ج. تيسر المغنيسيوم فى التربة :

يتوفر المغنيسيوم فى مدى PH من 7 – 8.5 ، ويقل قليلاً فى الأراضى الأكثر قلوية من ذلك ، كما يقل نسبياً فى مدى PH من 5.5 – 7 .

وأفقر الأراضى فى المغنيسيوم هى الرملية الخفيفة .

يوجد المغنيسيوم فى التربة فى صورة مثبتة ، وفى صورة ذائبة فى الماء ، وفى صورة متبادلة ، وتقل كميته فى التربة كثيراً عن الكالسيوم سواء بالنسبة للصور المثبتة ، أم الذائبة أم المتبادلة .

ويؤدى التسميد البوتاسى الغزير إلى نقص امتصاص النبات للمغنيسيوم ، وتظهر أعراض نقصه ، ولكن إضافة الجير للأراضى الحامضية تؤدى غالباً إلى زيادة المغنيسيوم الميسر للامتصاص بها ، كذلك فإن زيادة الكالسيوم فى المزارع المائية تؤدى إلى ظهور أعراض نقص المغنيسيوم .

ويعالج نقص المغنيسيوم فى التربة بالتسميد بإحدى الطرق التالية :-

1- إضافة الحجر الجيرى الدولوميتى (كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم) dolomitic limestone (فى الأراضى الحامضية) بمعدل 10 – 15 كجم من المغنيسيوم (Mg) أو 18 – 25 كجم من أكسيد المغنيسيوم (MgO) للفدان .
2- إضافة كبريتات المغنيسيوم ($MgSo_4. 7H_2o$) المحتوية على 9.8٪ مغنيسيوم ، بمعدل 70 – 90 كجم للفدان .
3- الرش بكبريتات المغنيسيوم بمعدل 3 : 5 كجم/400 لتر ماء للفدان (على حسب مقدار النقص) .
4- الرش بنترات المغنيسيوم بمعدل 2 : 3 كجم/400 لتر ماء للفدان (على حسب مقدار النقص) .
5- الرش باستخدام المغنيسيوم المخلبى (6٪) بمعدل 1 كجم/400 لتر ماء للفدان .

الكبريت (S)

أ. دور الكبريت فى النبات :

يدخل الكبريت فى تركيب ثلاثة أحماض أمينية أساسية هى : السيستين Cysteine ، والسيستاين Cystine ، والميثايونين Methionine ، كما يدخل فى تركيب الثيامين Thiamin (فيتامين ب) ، وهو مرافق إنزيمى ضرورى فى عملية التنفس ، ويوجد الكبريت أيضاً فى تركيب فيتامين البيوتين Biotin ، وفى المرافق الإنزيمى Coenzyme A ، ويلعب دوراً أيضاً فى تلوين الثمار كما فى الطماطم والتفاح .

والكبريت عنصر أساسى فى تركيب بعض المواد الطيارة التى تعطى الطعم والنكهة المميزتين لبعض الخضراوات ، مثل : البصل ، والثوم ، والصليبيات ، علاوة على أن له دور فى حماية النباتات من عديد من الفطريات المسببة للأعفان .

ب. أعراض نقص الكبريت : (عنصر متحرك)

نادراً ما تظهر أعراض نقص الكبريت لتوفره فى الأسمدة المختلفة ، فضلاً عن أن العنصر نفسه يستعمل فى مكافحة الكثير من الأمراض الفطرية ، وتتشابه أعراض نقص الكبريت مع أعراض نقص الأزوت ، إلا أن الأعراض تظهر على الأوراق الحديثة أولاً ، أما الأزوت فتظهر أعراض نقصه على الأوراق الكبيرة ، ويرجع ذلك إلى أن الكبريت لا ينتقل فى النبات بسرعة .

وتتميز أعراض نقص الكبريت باصفرار الأوراق الحديثة ، ويكون الاصفرار أكثر وضوحاً فى العروق عنه بين العروق ، وذلك عكس الحالة فى كل من أعراض نقص المغنيسيوم ، والمنجنيز ، والحديد .

ج. تيسر الكبريت فى التربة :

تيسر الكبريت فى الأراضى التى يزيد فيها الـــ PH عن 6 ، ويقل نسبياً فى PH 5 – 6 ، ويصبح النقص شديداً فى PH أقل من 5 فأيون الكبريتات – مثله مثل أيون الفوسفات – يدمص بقلة على غرويات التربة ، ويزداد ادمصاصه مع انخفاض PH التربة .

ومن المعتقد أنه يحل محل أيون الأيدروكسيل على حبيبات الطين ، وتسمى تلك الظاهرة بظاهرة التبادل الأنيونى anion exhchange ، وعليه .. فإن عملية إضافة الجير التى تزيد من قلوية التربة تقلل من ادمصاص هذا العنصر .

وأهم مصادر الكبريت للنبات هو ما يوجد فى المادة العضوية ، وفى الهواء الجوى ، بالإضافة إلى ما يوجد فى الأسمدة الكيمائية المضافة .

ويوجد الكبريت فى المادة العضوية فى صورة مواد بروتينية ، ولكى يستطيع النبات استعماله يجب أن يتحول إلى أيون كبريتات أولاً ، وتقوم الكائنات الدقيقة فى التربة بذلك ، حيث تحول المادة العضوية المحتوية على الكبريت إلى مركبات عديدة ، منها الـــ (H_2S) hydrogen sulfide الذى يتأكسد ، معطياً حامض الكبريتيك الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة فى المحلول الأرضى ، مكوناً أملاح الكبريتات .

أما الكبريت الموجود فى الهواء ، فإنه ينتج عن احتراق الفحم ، كما يوجد فى الأبخرة المتصاعدة من العديد من المصانع ، ويصل إلى الأرض بعد ذوبانه فى ماء المطر ، ثم يتأكسد إلى SO_4 ، ثم إلى SO_3 الذى يتفاعل مع الماء ، معطياً حامض الكبريتيك الذى يتفاعل بدوره مع معادن التربة ، مكوناً أملاح الكبريتات وفى المناطق الصناعية تصل إلى التربة كميات كبيرة من الكبريت بهذه الطريقة .

أما الأسمدة المحتوية على الكبريت ، فهى عديدة ، ومنها : الكبريت الخام (الكبريت الزراعى) ، وكبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ،والجبس ، والسوبر فوسفات الذى يحتوى على كبريتات الكالسيوم ، هذا .. ويتأكسد الكبريت المعدنى إلى كبريتات قبل أن يستطيع النبات استعماله .

وهناك مركبات كبريتية معدة للاستخدام رشاً مثل :-

- الكبريت الميكرونى ← بمعدل 1 كجم/للفدان رشاً .
- ثيوسلفات الأمونيوم ← بمعدل 2 كجم/للفدان رشاً .
- كالسيوم بولى سلفيد ← بمعدل من 2 : 3 كجم/للفدان رشاً .

الحديد (Fe)

أ. دور الحديد فى النبات :

يعتبر الحديد عنصراً أساسياً لتكوين جزئ الكلوروفيل ، رغم أنه لا يدخل فى تركيبه ، ولكن يبدو أن الحديد يلعب دوراً هاماً فى تكوين الإنزيمات المسئولة عن تمثيل الكلوروفيل ، كما أن الحديد يدخل فى تركيب العديد من الإنزيمات اللازمة فى عملية التنفس ، ومن أمثلتها : الكاتاليز ، والبيروكسيديز ، وأكسيديز السيتوكروم ، والسيتوكروم ، بالإضافة إلى دخول الحديد فى تركيب جزئ صبغة الهيم heme ، وهى الصبغة الضرورية فى المراحل الأخيرة من التنفس.

ويمتص النبات الحديد فى صورة أيون الحديديك غالباً ، ولكن الصورة النشطة بيولوجياً فى النبات هى صورة أيون الحديدوز ، وعليه .. فإنه بعد امتصاصه يتحول أولاً إلى حديدوز قبل أن يستفيد منه النبات .

ب. أعراض نقص الحديد : (غير متحرك)

يعتبر الحديد من أقل العناصر قدرة على التحرك داخل النبات ، لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة ، بينما تظل الأوراق المسنة خضراء وذات محتوى عال من الحديد ، ويتميز نقص العنصر بظهور لون أصفر بين العروق فى أوراق النموات الحديثة ، ونادراً ما تصبح الأوراق الحديثة كلها صفراء ، ولكن قد يحدث ذلك فى الأوراق الصغيرة جداً فى حالات النقص الشديدة ، ومع استمرار نقص العنصر يتحول لون الأنسجة بين العروق إلى اللون الأبيض العاجى ، بينما تظل العروق خضراء اللون ، **ففى العنب** : يتحول لون الورقة للأصفر أو الأبيض المصفر مع بقاء شبكة من العروق الخضراء وتظهر هذه الأعراض فى بداية موسم النمو على الأوراق الحديثة .

ج. تيسر الحديد فى التربة :

يتوفر الحديد فى الأراضى التى يقل فيها الـــ PH عن 6 ، ويقل نسبياً فى PH 6 – 7 ، ولكن يصبح النقص شديداً عند زيادة الـــ PH عن 7 ، ويزداد الحديد فى الأراضى الحامضية إلى درجة أن تركيزه يصبح ساماً للنبات فى الأراضى الشديد الحموضة ، وأفضل PH يتوفر فيه الحديد بتركيزات مناسبة هو من 5.5 – 6.2 .

وتجدر ملاحظة أن التسميد بكميات كبيرة من الفوسفات الذائبة يؤدى إلى تحول الحديد الذائب إلى صورة غير قابلة للذوبان بسبب اتحاد الحديد مع أيون الفوسفات ، مكوناً فوسفات الحديد وتزداد هذه الظاهرة فى الأراضى الرملية ، عنه فى الأراضى الطينية ، لأن الأراضى الرملية أقل قدرة على تثبيت الفوسفات من الأراضى الطينية .

والحديد من العناصر التى تتوفر فى التربة بكميات كبيرة ، إلا أن ذلك يكون فى الصور غير القابلة للذوبان ، ونسبة الذائب أو المتبادل منخفضة جداً فى التربة ، خاصة فى الأراضى المتعادلة والقلوية .

ونادراً ما يعطى التسميد بالحديد عن طريق التربة نتائج ملموسة ، لكن رش الأوراق يعطى نتائج إيجابية مؤقتة ، حيث تزول أعراض نقص العنصر ، ويعالج نقص الحديد بأحد الأسمدة التالية :-

1- كبريتات الحديدوز Ferrus sulfate (20٪ حديد $Fe SO_4 . 7 H_2O$) ، بمعدل 5 – 10 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 1 – 1.5 كجم/400 لتر ماء للفدان .
2- الحديد المخلبى (مشتقات ethylenediamine tetraacetic acid ، وتحوى حديداً مخلبياً بنسبة 9 – 12٪) ويستخدم رشاً بتركيز 350 – 450 جم/400 لتر ماء ، ويجب ألا تتعدى الكمية التى تستعمل للفدان من هذه المادة أكثر من 400 لتر من محلول الرش ، ويرمز لتلك المادة بالرمز EDTA .

ومن الصور المخلبية أيضاً : diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA) و(EDHA) وهذه المركبات المخلبية تحفظ الحديد فى صورة ميسرة لامتصاص النبات ، وتسهل امتصاصه وانتقاله فى النبات ، كما أنها لا تتحلل فى التربة وهى أفضل فى حالة الأراضى القلوية .

النحاس :

أ. دور النحاس فى النبات :

يدخل النحاس فى تكوين بعض الإنزيمات التى تلعب دوراً هاماً فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فى النبات ، فهو يدخل فى تركيب إنزيمات الفينوليز Phenolases واللاكيز Laccase ، ويعتبر النحاس عنصراً ضرورياً لتكوين الكلوروفيل فى النبات ، وربما يكون له دور فى عملية التمثيل الضوئى .

كما يدخل النحاس فى تركيب إنزيم التيروزينيز Tyrosinase ، وهو المسئول عن تلون لب درنات البطاطس باللون الداكن فى وجود الأكسجين ، وفى تركيب إنزيم أكسيديز حامض الأسكوربيك ascorbic acid oxidase ، وهو المسئول عن اكسدة حامض الأسكوربيك ، ويمتص النبات العنصر فى صورته الأيونية (Cu^{++}) ويزيد من مقاومة النبات للفطريات .

ب. أعراض نقص النحاس : (عنصر غير متحرك)

يصاحب نقص عنصر النحاس ظهور لون أصفر شاحب وباهت بالأوراق ، يعقبه فقدان اللون الأخضر كلية فى قمة الأوراق ، وتظهر الأعراض – كاحتراق واسمرار (انسفاع) Scalding – خاصة فى الأيام الحارة ، هذا .. وتكون الأوراق مرتخية ، والنمو بطيئاً ، وفى البصل يصاحب نقص العنصر بهتان لون حراشيف الأبصال .

وأكثر الخضر حساسية لنقص النحاس هى : البنجر ، الجزر ، الخس ، البصل ، السبانخ ، وهى الخضر التى تستجيب بدرجة عالية للتسميد بالنحاس ، وفى حالة الفاكهة نجد أن الموالح والحسليات والحمضيات أكثر حساسية حيث يحدث بها موت بالبراعم الطرفية ويحدث موت خلفى Die back (لأسفل) للأفرع الحديثة وخاصة النموات الطرفية .

ج. تيسر النحاس فى التربة :

يتوفر النحاس فى الأراضى التى يقل فيها الـــ PH عن 7 ، ويقل نسبياً فى PH 7 – 8 ، ويصبح النقص شديداً فى PH أعلى من 8 .

وتظهر أعراض نقص العنصر غالباً فى الأراضى الغنية بالمادة العضوية ، ومن المعتقد أن النحاس يتحول بفعل المادة العضوية إلى صورة غير قابلة للذوبان ، إذ أنه يثبت فى الأراضى العضوية بواسطة بعض كائنات التربة الدقيقة ، كذلك تظهر أعراض نقص العنصر فى الأراضى الحامضية (PH أقل من 5.5) والرملية .

ويوجد النحاس بكميات كبيرة مثبتاً فى صخور التربة ، ولا يوجد منه سوى القليل جداً ذائباً فى المحلول الأرضى ، ويقدر تركيزه فى الأراضى العادية بـــ 0.01 جزء فى المليون بالمحلول الأرضى ويدمص أيون النحاس (نح$^{++}$) بشدة على غرويات التربة ، كما قد تدمص أيضاً الكاتيونات ذات الشحنة الواحدة ، مثل : نح أ يد$^{+}$ ، نح كل$^{+}$ ، وبالإضافة إلى ذلك .. يوجد النحاس فى المادة العضوية فى التربة ، كما قد يتحد معها ، مكوناً مركبات معقدة غير متبادلة .

ويعالج نقص النحاس فى التربة بإحدى المعادلتين التاليتين :-

1- كبريتات النحاس (25.5٪ نح – $Cu\ So_4.\ 5H_2O$) ، بمعدل 11 – 22 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 0.9 – 2.25 كجم/400 لتر ماء .
2- أكسيد النحاس (يحوى 79.6٪ نح – CuO) ، بمعدل 3.5 – 7 كجم/فدان للتربة ، ولا يستعمل رشاً لقلة مقدرته على الذوبان .
3- استخدام النحاس المخلبى المخلب على EDTA بتركيز يتراوح من 6 : 10٪ وذلك بمعدل من 400 : 750 جم/400 لتر ماء رشاً للفدان .
4- استخدام مركب أوكسى كلورونحاس بمعدل من 0.75 : 2 كجم/للفدان رشاً .
5- استخدام نحاس معدنى قاعدى سائل 6٪ بالرش بتركيز (1) لتر/400 : 600 لتر ماء رشاً.
6- أو يعالج النقص بالرش بمحلول بوردو والذى يتركب من كبريتات نحاس والجير والماء بنسبة 1 : 1 : 12 على التوالى (4 كجم كبريتات نحاس + 4 كجم جير مطفئ + 500 لتر ماء) وذلك للفدان الواحد .

✍ الزنك :

أ. دور الزنك فى النبات :

يعد الزنك عنصراً ضرورياً لتكوين التربتوفان tryptophane ، وهو الحامض الأمينى الذى يتكون منه إندول حامض الخليك IAA ، كما يدخل الزنك فى تركيب كل من glyco-dehydrogenases والـ glycine dipeptidases الضرورية فى تمثيل البروتينات ، والـ الضرورية للـ glycolysis فى المراحل النهائية من التنفس ، كما أن الزنك ضرورى لتكوين جزئ الكلوروفيل ، ويمتص الزنك فى صورة أيون العنصر (Zn^{+}) ويلعب دوراً هاماً فى إنبات حبوب اللقاح على مياسم الأزهار هو وعنصر البورون .

ب. أعراض نقص الزنك : (متحرك)

تظهر أعراض نقص الزنك على الأوراق الحديثة أولاً ، حيث يؤدى نقصه إلى ظهور لون مصفر بين العروق فى الورقة ، وتظل العروق خضراء ، وتكون الأوراق صغيرة ، وضيقة ، ومبرقشة ومشوهة ، وغير منتظمة الشكل ، وملتوية ، ومتزاحمة على أفرع قصيرة ، فتأخذ شكلاً متورداً rosette كذلك تصبح السلاميات قصيرة ، ويبدو النبات متقزماً فى حالات النقص الشديدة ولذلك علاقة بتمثيل الأوكسيد IAA .

وعموماً تختلف أعراض نقص الزنك من محصول لآخر ، ففى النباتات المعمرة تموت الأفرع التى تظهر بها أعراض النقص من القمة نحو القاعدة dieback ، ويقل محصول البذور ، ولذلك أهمية كبيرة فى البقوليات ، كما يظهر لون بنى محمر على الأوراق الفلقية فى الفاصوليا ، وفى البنجر يظهر لون أصفر بين العروق ، وتحترق حواف الأوراق ، وفى الذرة السكرية تظهر خطوط خضراء وصفراء عريضة عند قواعد الأوراق ، وتتأخر الحريرة فى الظهور ، ويصاحب ذلك عدم امتلاء الكيزان جيداً ، وفى الموالح تظهر ظاهرة Mottle leaf وفى العنب Little Leaf وفى التفاح الـ Rosette وهى صغر حجم الأوراق وقصر السلاميات وتقاربها .

وأكثر الخضراوات استجابة للتسميد بالزنك هى : الذرة السكرية ، والفاصوليا ، وفاصوليا الليما وفى الفاكهة وجد أن (أشجار الموالح والعنب والتفاحيات والحسليات من أكثر النباتات حساسية لنقص الزنك .

فى العنب : تظهر أعراض النقص على الأوراق الطرفية للأفرع الرئيسية ، وكذلك على أوراق الأفرع الجانبية ، التى تكون فى فصل الصيف فتظهر الورقة بلون أخضر باهت بين العروق ، والأوراق صغيرة مع عدم تماثل نصفى الورقة ، وعدم انتظام حجم الثمار .

ج. تيسر الزنك فى التربة :

يتوفر الزنك فى الأراضى التى يقل فيها PH عن 7 ، ويقل نسبياً فى PH من 7 – 8 ، ويكون النقص شديداً عند زيادة PH التربة عن 8 .

هذا .. ويثبت الزنك بسهولة غرويات التربة ، وتركيز العنصر فى المحلول الأرضى منخفض جداً ، ويقل التركيز بزيادة PH التربة ، والمدى المناسب لتركيز الزنك فى

المحلول الأرضى هو 1 – 10 جزء فى المليون ، وأفضل تركيز 5 جزء فى المليون ، وقد يثبت الزنك بواسطة بعض الكائنات الحية الدقيقة فى التربة .

ويعالج نقص الزنك بالتسميد بأحد المركبات التالية :-

1- كبريتات الزنك Zinc Sulphate (تحتوى على 24٪ زنك ، وتركيبها n $SO_4 . 7H_2O$) ، بمعدل 4.5 – 18 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 0.9 – 1.8 كجم/400 – 600 لتر ماء .

2- الزنك المخلبى (مشتقات ethylenediamine tetraacetic acid) ، بمعدل 7 – 18 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز من 500 : 750 جم/للفدان رشاً 400 : 600 لتر ماء .

وهناك صور أخرى للزنك المخلبى المخلب على أحماض أمينية وعضوية .

✍ المنجنيز :

أ. دور المنجنيز فى النبات :

المنجنيز عنصر ضرورياً لتكوين الكلوروفيل رغم أنه لا يدخل فى تركيب جزئ الكلوروفيل ، ويدخل مثل الحديد فى تركيب العديد من الإنزيمات الهامة التى تدخل فى تفاعلات الأكسدة والاختزال ، فهو يعمل كمنشط إنزيمى فى عمليات التنفس وتمثيل البروتين ، ومع ذلك .. ففى كثير من التفاعلات – خاصة تفاعلات التنفس ، والمغنيسيوم الذى يحل غالباً محل المنجنيز ، ولكن المنجنيز ضرورى وأساسى لعمل إنزيمات أخرى كثيرة ، مثل إنزيمات malic dehydrogenase ، وoxalsuccinic dehydrogenase ، وكلاهما من إنزيمات دورة كربس krebs ، ويمكن أن يحل الكوبالت جزئياً محل المنجنيز بالنسبة لهذين الإنزيمين ، ويعمل المنجنيز كمنشط لإنزيمات تمثيل البروتين : nitrate reductase ، وhydroxylamine reductase ، كما أنه يلعب دوراً فى أكسدة إندول حمض الخليك IAA فى النبات ، ويمتص المنجنيز فى صورة أيون العنصر (Mn^+) .

ب. أعراض نقص المنجنيز : (بطئ الحركة)

المنجنيز من العناصر بطيئة التحرك نسبياً فى النبات ، لذا تظهر أعراض نقصه أولاً على الأوراق الحديثة وتتشابه أعراض نقص المنجنيز مع أعراض نقص المغنيسيوم ، فيما عدا أن الاصفرار يحدث على الأوراق الحديثة أولاً فى حالة نقص المنجنيز ، بينما يظهر على الأوراق المسنة أولاً فى حالة نقص المغنيسيوم ، وتتميز الأعراض باصفرار الأنسجة بين العروق فى الورقة ويتميز النصل بمظهر على شكل مربعات الشطرنج ، وتظهر بقع ميتة متحللة صغيرة على امتداد وسط الورقة ، وتظل العروق خضراء دائماً ، وفى حالات النقص الشديدة تمتد الأعراض إلى الأوراق المسنة أيضاً ، ومن أعراض نقص العنصر أيضاً : ظهور بقع متحللة بنية فى الأوراق الفلقية للبسلة والفاصوليا ، وفى الذرة السكرية والبصل تظهر خطوط مصفرة على الأوراق ، وفى البنجر يكتسب النمو الخضرى لوناً

أحمر داكناً وفى مراحل متقدمة من النقص تتساقط الأوراق والأزهار ويكون نموها ضعيف جداً وعددها قليل .

وأكثر الخضراوات احتياجاً للتسميد بالمنجنيز هى : الفاصوليا ، والخس ، والبصل ، والبسلة ، والبطاطس ، والفجل ، والسبانخ ، والطماطم ، والبنجر ، **وفى العنب** يظهر على الأوراق الحديثة أولاً لون أخضر داكن حول العروق الرئيسية بينما يكون لون باقى الورقة أخضر باهت وتظهر أعراض النقص على الأوراق السفلية ، وفى الفاكهة (التفاح – الموز – العنب – الخوخ) وفى المحاصيل (القمح – الشعير – الفول – بنجر السكر) .

ج. تيسر المنجنيز فى التربة :

يتيسر المنجنيز بالأراضى التى يقل فيها الــ PH عن 6.5 ، ويقل نسبياً فى PH 6.5 – 7 ويصبح النقص شديداً عند زيادة الــ PH عن 7 ، وأحسن PH يتوفر فيه العنصر بكميات مناسبة هو من (5.5 – 6.2) .

ويتواجد المنجنيز فى الأرض فى الصور الأيونية الثنائية ، والثلاثية ، والرباعية الشحنة ، والصورة الثنائية الشحنة توجد ذائبة فى المحلول الأرضى ، أو فى صورة كاتيون مدمص على سطح حبيبات التربة ، وكلاهما ميسر لامتصاص النبات ، والصورة المتبادلة مهمة جداً فى تغذية النبات ، لأن تركيز العنصر فى المحلول الأرضى منخفض للغاية ، وبالإضافة إلى ذلك .. فإن المنجنيز يوجد بحالة مثبتة فى التربة فى الصورتين الثلاثية والرباعية الشحنة ، وبدرجة قليلة نسبياً فى صورته الثنائية الشحنة ، ومعظم المنجنيز المثبت يوجد فى الصور الثلاثية والرباعية لأكسيد المنجنيز .

وحيث أن الصورة المختزلة (من ++) هى الصالحة لامتصاص النبات ، لذا نجد أن المنجنيز الميسر يكثر فى الأراضى الرديئة الصرف والحامضية ، حيث تختزل الصور الأخرى إلى هذه الصورة تحت هذه الظروف .. وبالعكس .. فإن الأراضى القلوية الجيدة التهوية تشجع أكسدة المنجنيز ويصبح غير ميسر للامتصاص ، حيث يتكون (Mn^{O}) و $Mn_2{}^{O}{}_3$.

كذلك فإن المنجنيز فى صورته العضوية يعتبر غير ميسر لامتصاص النبات ، ولبعض الكائنات الدقيقة المقدرة على تثبيته وجعله غير ميسر للنبات .

1. ويعالج نقص المنجنيز باستعمال سماد كبريتات المنجنيزManganese (ous) sulfate (يحوى 24.6٪ من – $Mn\ So_4\ .\ 4H_2O$) بمعدل 9 – 14 كجم / فدان للتربة ، ويستعمل الحد الأعلى فى الأراضى القلوية التى يزيد فيها الــ PH عن 7 ، أو رشاً بتركيز 0.9 – 1.5 كجم / 400 لتر ماء .
2. المنجنيز المخلبى (وتتعدد صوره فمنه مخلبى على EDTA أو ستريك أسيد أو أحماض أمينية وتتراوح نسبته من 7 : 10٪ ويستخدم بمعدل 0.5 : 1 كجم / 400 – 600 لتر ماء رشاً .

✍ البورون :

أ. دور البورون فى النبات :

يلعب البورون فى النبات دوراً فى **تكوين الجدر الخلوية** ، وفى انتقال السكريات فى النبات وقد وجد البعض أن السكر ينتقل بسهولة خلال الأغشية الخلوية بعد اتحاده مع البورون وهو ضرورى لانقسام الخلايا ، وتكوين اللحاء ، وانتقال بعض الهرمونات ، وإنبات حبوب اللقاح ، ويتحكم فى سرعة امتصاص النبات للماء ووجوده يزيد من مقاومة النبات للجفاف وله علاقة كبيرة بالهرمونات النباتية التى تؤثر على نمو القمم النامية للسوق والجذور وله علاقة فى تنظيم امتصاص الكالسيوم ويمتص البورون فى الصورة الأنيونية (BO_3^{3-}) . (HBO_3^{2-}) ($H_2BO_3^-$) ($B_4O_7^{2-}$)

ب. أعراض نقص البورون : (عنصر غير متحرك)

يثبت البورون فى الأنسجة التى يصل إليها بعد امتصاصه ، ولا يتحرك بعد ذلك ، حيث أنه عنصر غير متحرك ولهذا تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة أولاً .

وتبدأ أعراض نقص البورون فى الظهور بانهيار خلايا الأنسجة المرستيمية التى تحدث فيها انقسامات نشطة ، وهى القمم النامية ومناطق الكامبيوم ، وتتأثر الحزم الوعائية بالجذور والسيقان ، ويتعطل انتقال الماء فيها ، فيحدث الذبول الذى يكون غالباً بداية لظهور نقص العنصر ويحدث موت للبرعم الطرفى للسيقان .

ويكون المحتوى الكربوهيدراتى لجذور وسيقان النبات التى تعانى نقصاً فى البورون قليلاً بسبب تعطل انتقال المواد الكربوهيدراتية ، وزيادة تركيزها فى الأوراق ، وفى حالات النقص الشديدة تموت القمم النامية ، وتتشوه الأوراق الحديثة ، وتظهر بقع بنية أو سوداء فلينية فى أعضاء التخزين من جذور ودرنات .

ونظراً لأن حواف الأوراق يحدث بها انقسام أثناء زيادة الأوراق فى المساحة ، فإن نقص البورون يؤدى أحياناً إلى تلون الأوراق باللون الأصفر أو البنى ولكن الأعراض الأكثر شيوعاً هى التفاف حواف الأوراق الصغيرة ، وقد يظهر لون أصفر باهت غير منتظم التوزيع على أوراق الخضر الجذرية ، وعموماً .. يكون حجم النبات الذى يعانى من نقص البورون أصغر من الحجم الطبيعى ، كما تموت القمم النامية للجذور والسيقان .

هذا .. ويزداد ظهور أعراض نقص العنصر عند نقص الرطوبة الأرضية ، وفى حالات الحرارة المرتفعة ، والإضاءة العالية ، وهى ظروف لا تشجع على انتقال البورون من الأوراق إلى الأعضاء الأخرى فى النبات .

ويؤدى نقص البورون إلى ظهور بقع بنية أو سوداء فلينية متناثرة على سطح الجذور ، أو قريبة من حلقات النمو فى البنجر ، وفى اللفت السويدى تظهر مناطق كبيرة بنية قرب من مركز الجذر ، وفى القنبيط تتلون الأقراص باللون البنى ، وفى البروكولى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى ، كما تظهر على سيقان القنبيط ، والبروكولى ، والكرنب مناطق مائية

تتطور فيما بعد إلى شقوق أفقية ، وتظهر على أعناق أوراق الكرفس من الخارج خطوط بنية متحللة ، ومن الداخل تتحلل خلايا البشرة ، وفى السلق تظهر أحياناً خطوط قائمة اللون ، مع تشققات على الناحية الداخلية لأعناق الأوراق وفى العنب لا تنمو البراعم الطرفية وتكثر الأفرع الجانبية ويظهر على الأوراق بقع صفراء وثقوب خصوصاً على الحواف .

تقسم الخضراوات حسب احتياجاتها من البورون إلى ثلاث مجاميع كالتالى :-

1) خضراوات ذات احتياجات عالية من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات عالية منه فى التربة وماء الرى ، وتستفيد جيداً من التسميد بالبورون ، ويلزم معها أن يتوفر العنصر فى التربة بتركيز يزيد عن 0.5 جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تنازلياً حسب احتياجاتها من العنصر : البنجر – اللفت – الكرنب – البروكولى – القنبيط – الهليون – الفجل – كرنب بروكسل – الكرفس – الروتاباجا .

2) خضراوات ذات احتياجات متوسطة من البورون ، وهى التى تتحمل تركيزات متوسطة منه فى التربة وماء الرى ، ويجب معها أن يكون تركيز العنصر بين 0.1 – 0.5 جزء فى المليون فى المحلول الأرضى ،و هى كالتالى مرتبة تنازلياً حسب احتياجاتها للبورون : الطماطم – الخس – البطاطا – الجزر – البصل .

3) خضراوات ذات احتياجات منخفضة من البورون ، وهى الحساسة لزيادة البورون فى التربة وماء الرى ، ويجب معها ألا يزيد تركيز البورون فى المحلول الأرضى عن 0.1 جزء فى المليون ، وهى كالتالى مرتبة تصاعدياً حسب حساسيتها للبورون : الذرة السكرية – البسلة – الفاصوليا – فاصوليا الليما – البطاطس .

* المصدر : د/ أحمد عبد المنعم حسن (1989) أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المحمية .

وبالنسبة للفاكهة : (الزيتون) والمحاصيل (قمح – شعير – أرز – ذرة – بنجر السكر) من أكثر المحاصيل حساسية لنقصه .

ج. تيسر البورون فى التربة :

يتوفر البورون فى الأراضى التى يقل الـــ PH فيها عن 7 ، ويقل نسبياً فى PH 7 – 7.5 ويصبح النقص شديداً فى PH 7.5 – 8.5 ، إلا أن البورون الميسر يزداد مرة أخرى فى الأراضى التى يزيد الـــ PH فيها عن 8.5 .

تظهر أعراض نقص العنصر بصفة خاصة فى الأراضى الرملية التى تزرع سنوياً ، وكذلك فى الأراضى القلوية والعضوية .

ويعتبر تركيز البورون فى المحلول الأرضى منخفضاً جداً ، ويقل بدرجة أكبر فى الأراضى القلوية وأفضل تركيز للبورون فى محلول التربة هو 0.1 – 1 جزءاً فى المليون ، وتظهر غالباً أعراض التسمم بالعنصر إذ زاد تركيزه عن ذلك المستوى ، كما تؤدى زيادة التسميد بالبورون إلى ظهور أعراض التسمم ، ويحدث ذلك غالباً فى الأراضى الحامضية الرملية الفقيرة فى المادة العضوية ، عنه فى الأراضى المتعادلة ، أو الصفراء ، أو الطينية ، أو الغنية بالمادة العضوية ، ومع ذلك .. فيوجد من الخضر ما لا ينمو جيداً إلا إذا كان تركيز البورون فى المحلول الأرضى من 10 – 15 جزء فى المليون ، كالهليون .

وتعتبر نسبة البورون فى الماء من العوامل المحددة لصلاحيتها للرى حيث بزيادة تركيز البورون فيها عن (2 PPM) جزء فى المليون لا ينصح باستخدامها .

ويعالج نقص البورون بالتسميد بأحد المركبات الآتية :-

1. البوراكس Borax ($Na_2B_4O_7$, $10H_2O$) يحوى 10.6٪ بورون ، يستعمل بمعدل 5 – 12 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 0.9 – 2.25 كجم/400 لتر ماء ، وفى حالة البنجر المزروع فى الأراضى الرملية القلوية تزداد الكمية المضافة للتربة إلى 22 كجم/فدان .
2. السوليوبور Solubor (Na_2 B_4O_7.5 H_2o and Na_2 B_{10} O_{16}. $10H_2o$) يحوى 20.5٪ بورون ، ويستعمل بمعدل 2.5 – 5 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 0.45 – 0.700 كجم/400 لتر ماء .
3. خامس بورات الصوديوم Sodium Pentaborate(Na_2 $B_{10}O_{16}$.$10H_2o$) يحوى 18.1 ٪ بورون ، ويستعمل بمعدل 2.5 – 7.5 كجم/فدان للتربة أو رشاً بمعدل 0.45 – 1.35 كجم/400 لتر ماء .
4. تترابورات –بنتاهيدرات الصوديوم Sodium tetraborate pentahydrate (Na_2B_4 O_7 $5H_2O$) يحوى 13.7٪ بورون ، ويستعمل بمعدل 3.5 – 9 كجم/فدان للتربة ، أو رشاً بتركيز 0.45 – 1.8 كجم/100 لتر ماء .
5. حمض بوريك (بوريك أسيد) يحتوى على 17٪ بورون يستخدم رشاً بمعدل 0.15 – 0.75 جم/لتر .

✍ الموليبدنم : (Mo)

أ. دور الموليبدنم فى النبات :

يلعب دوراً هاماً فى تركيب أحد الإنزيمات المسئولة عن اختزال النترات فى النبات إلى أمونيا ، وهو جزء من التركيب الجزيئى لإنزيم ريبوبروتينيز riboproteinase الضرورى لاختزال نيتروجين الهواء الجوى فى كل من البكتريا ***Azotobacter*** و ***Rhizobium*** (Edmond وآخرون 1975) ، وقد لوحظ أن نقص الموليبدنم يتبعه دائماً نقص فى تركيز حامض الأسكوربيك فى النبات ، وهو الذى يحمى الكلوربلاستيدات من أى تغير فى تركيبها ، ويبدو أن للموليبدنم دوراً فى ميتابولزم الفوسفور فى النبات .

ب. أعراض نقص الموليبدنم :

تتميز أعراض نقص الموليبدنم بصورة عامة بظهور بقع مصفرة غير منتظمة الشكل والتوزيع وتشوه الأوراق الحديثة ، وموت البرعم الطرفى ، ولا ينمو نصل الورقة بمعدله الطبيعى ، وقد لا ينمو كلية ، ويبقى العرق الوسطى فقط ، كما يكون النمو بطيئاً ، والنباتات متقزمة ، ويصاحب ذلك نقص فى كمية ونوعية المحصول ، ومن أعراض نقص الموليبدنم فى الطماطم والخيار والفاصوليا : التفاف حواف الأوراق ، وتلونها باللون الأصفر أو البنى ، وفى القنبيط : يكون القرص صغيراً ومفككاً ، والأوراق ضيقة ، وحواف النصل متآكلة ، وتسمى هذه الحالة بمرض طرف السوط Whibtail ، ويظهر تبقع أصفر فى أوراق الموالح وتتقزم النباتات ويقل نشاط الأوراق وتصبح هشة ملتفة تأخذ شكل الفنجان .

وأكثر الخضراوات احتياجاً للتسميد بالموليبدنم هى : الخس ، والفاصوليا ، والقنبيط ، والبروكولى ، والطماطم ، والخيار ، والبصل ، والسبانخ .

ج. تيسر الموليبدنم فى التربة :

يتوفر الموليبدنم فى الأراضى التى يزيد فيها الـــ PH عن 7 ، ويقل نسبياً فى PH من 5.5 – 7 ، ويصبح النقص شديداً عند انخفاض الـــ PH عن 5.5 ، وذلك بعكس كل العناصر الدقيقة الأخرى .

ويوجد الموليبدنم فى التربة فى صوره الثلاث : المثبتة كجزء من معادن التربة ومن المادة العضوية ، والممصة على سطح غرويات الطين ، والذائبة فى محلول التربة ، كأيون موليبدات مو أ$_4^{--}$ ، أو يد مو أ$_4^{-}$ ، ويتراوح تركيز الموليبدات الذائبة فى التربة من 0.3 – 3.9 أجزاء فى المليون من التربة الجافة ، ويدمص أيون الموليبدنم بطريقة التبادل الأنيونى ، كما فى حالة أنيونات الكبريتات والفوسفات .

هذا .. ويكفى نحو 0.01 جزء فى المليون للتغلب على نقص العنصر فى المحاليل المغذية ، ويعالج نقص الموليبدنم فى التربة باستعمال أحد الأسمدة التالية :-

1. موليبدات الأمونيوم Ammonium molybdate ، وتحوى 48.9٪ موليبدنم ، وتركيبها : $(NH_4)_2$ Mo $^{o}4$ ، وتستعمل بمعدل 150 جم موليبدات أمونيوم/400 لتر ماء رشاً .

2. مولبيدات الصوديوم Sodium molybdate وتحتوى (39.7٪ موليبدنم) ، وتركيبها : ($Na_2 Mo_4. 2H_2o$) وتستعمل بمعدل 100 جم مولبيدات أمونيوم/ 400 لتر ماء رشاً.
3. حمض المولبيديك بمعدل 200 جم/للفدان رشاً .

المشاكل الناتجة عن زيادة العناصر المعدنية (التسمم المعدنى)

كل نبات يحتاج إلى عناصر أساسية بكميات مثلى لإعطاء نمو سليم ولكن إذا وجدت هذه العناصر بكميات كافية وزائدة عن حاجتها فإن النبات يمكن أن يمتصها وتتراكم بكميات سامة ولهذا فإن التوازن النسبى بين عديد من هذه العناصر له تأثير وأهمية حيوية فى حياة النبات ، إن الزيادة الكبيرة مثل النقص الكبير لكثير من العناصر المعدنية حيث أنهما يعملان (الزيادة والنقص) على إحداث خللاً فى التوازن النسبى بين العناصر الغذائية وهذا يؤدى إلى تكشف غير طبيعى فى النبات ويحدث سمية ، فإن زيادة العناصر للنبات تؤدى إلى ظهور أعراض مرضية مثل نقص العناصر وبالتالى فإن دراسة الزيادة المعدنية فى التربة أو فى النبات هامة جداً لتلافى آثارها .

وتختلف مقدرة النبات على تحمل الزيادة من العناصر المعدنية باختلاق الاحتياجات الغذائية للنوع النباتى ومدى تحمله الوراثى وقدرته على امتصاص وتراكم أيونات مختلفة ، ويعتمد هذا أيضاً على نسبة العناصر المختلفة فى التربة كل بالنسبة للآخر ، بينما المتطلبات الغذائية تعتمد بشكل كبير على الصفات الوراثية للنوع النباتى إلا أن الامتصاص الغذائى وتراكم العناصر يعتمد أيضاً على نوع التربة .

كما أن النسبة بين العناصر المختلفة الموجودة فى التربة تؤثر على سميتها ، فزيادة بعض المغذيات المعدنية تؤدى إلى نقص العناصر الأخرى وزيادة النيتروجين مثلاً يمكن أن تؤدى إلى نقص المغنيسيوم أو الكالسيوم كما أن زيادة النيتروجين أو الفوسفور قد تسبب نقص البوتاسيوم وزيادة البوتاسيوم تسبب نقص المغنيسيوم أو الكالسيوم ، زيادة المغنيسيوم أو الصوديوم قد تؤدى إلى نقص الكالسيوم ووجد أن بعض العناصر الأخرى خاصة العناصر النادرة وأيونات معدنية مغايرة يمكن أن تشجع النقص أو السمية المباشرة ، إن زيادة الكروم ، الكوبالت ، النحاس ، المنجنيز ، النيكل أو الزنك يمكن أن تسبب نقص الحديد بالإضافة إلى السمية المباشرة لمثل هذه العناصر .

ويلاحظ أن التركيزات العالية من أملاح ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، والصوديوم ، قد تغير من الضغط الأسموزى فى محلول التربة إلى درجة تكون سامة للنبات وتؤدى إلى تثبيط نمو واحتراق الأوراق وتلفها .

تأثير زيادة النيتروجين **Excesses of Nitrogen**

إن وجود كمية زائدة عن حاجة النبات من النيتروجين فى التربة يسبب أضراراً واضحة على النبات ويمكن توضيحها كالآتى :-

1) تعمل زيادة النيتروجين على **تأخير نضج المحصول** وذلك لأن النيتروجين يشجع النمو الخضرى وعدا عن ذلك فإن **النموات الخضرية الزائدة تعرض النبات لأضرار التجمد أو لأضرار الشتاء** ، كذلك ينخفض مستوى العصير وصفاته فى قصب السكر والطماطم وتتخزن فى جذور بنجر السكر مركبات نيتروجينية ضارة وتنخفض نسبة السكر ، أما فى الموالح فتكون الثمرة صغيرة وسميكة القشرة ويبقى لونها أخضر وفى التفاح تكون الثمار صغيرة وتتساقط وأحياناً تتأخر فى النضج ويكون تلونها غير منتظم وغير طبيعى .
2) زيادة النيتروجين وامتصاصه من قبل كثير من المحاصيل عن الحد المناسب (تسبب الرقاد) فى محاصيل الحبوب ، وتحدث زيادة كبيرة فى طول النبات وزيادة طول السلاميات مع ضعف الساق وثقل السنبلة يؤدى إلى الرقاد حيث لا يستطيع الساق أن يحمل السنبلة ويحدث الرقاد .
3) زيادة النيتروجين فى التربة عن الحد المناسب يجعل النبات ذو إنتاجية سيئة النوعية والجودة أو ذات نوعية منخفضة كما يحدث فى بعض الحبوب والثمار مثل الشعير والخوخ والطماطم كذلك فإن قدرة الثمار والخضراوات على تحمل الشحن والتخزين تكون ضعيفة حيث تقل الصلابة .
4) زيادة امتصاص النيتروجين من قبل النبات عن الحد المناسب تجعل النبات ذو مجموع خضرى عصارى غض وجدر الخلايا ضعيفة وبالتالى يقلل من مقاومة النبات للأمراض الطفيلية ، ومن ناحية ميكانيكية فإن النيتروجين يؤثر على بعض العمليات الفسيولوجية فى النبات تجعله أكثر حساسية للإصابة بالطفيليات المرضية خصوصاً الأمراض الفطرية والبكتيرية .
5) زيادة النيتروجين عن الحد المناسب يقلل من نمو المجموع الجذرى حيث زيادة المجموع الخضرى .
6) زيادة التسميد الأزوتى تزيد من النمو الخضرى وتؤخر ظهور مرحلة الإزهار والإثمار .
7) زيادة التسميد الأزوتى عن الحد المناسب تزيد من سهولة تأثر النباتات بالظروف البيئية السيئة كالجفاف والحرارة والصقيع علاوة على أنها تصبح أكثر عرضة للإصابة بالأمراض الفطرية والبكتيرية وكذلك الحشرية .
8) زيادة استعمال الأسمدة النيتروجينية عن الحد المناسب يمكن أن يؤدى إلى بعض التصمغ وموت القمم فى الموالح والحسليات ولهذا يجب الحرص عند استخدام الأسمدة النيتروجينية ومراعاة أن يتم التسميد مع الترشيد وأن نوفى الاحتياجات السمادية النيتروجينية للنبات فقط دون زيادة ولا نتمادى فى التسميد النيتروجينى لإعطاء نموات خضرية كبيرة حتى لا نتعرض للأخطاء السابقة كما تم ذكرها .

أعراض زيادة النيتروجين **Excess of Nitrogen**

عند زيادة النيتروجين عن الحد المناسب ، يصبح لون الأوراق أخضر داكناً ، ويزداد محتواها من الكلوروفيل ، وتتبع ذلك زيادة فى معدل التمثيل الضوئى ، لكن نتيجة لتوفر الأزوت ، فإن الغذاء المجهز يستعمل فى بناء أنسجة جديدة ، ومن ثم يكون النمو سريعاً فى الجذور والسيقان والأوراق ، ويقل تخزين الغذاء وتكوين الألياف التى تدعم النبات ، كذلك يقل الإزهار والإثمار ، ومن ثم تكون السيقان رهيفة ، وجدرها رقيقة ، والمحصول قليلاً ، سواء كان ذلك محصول ثمار أم بذور أم فى صورة أعضاء التخزين الخضرية ، ويصاحب زيادة النيتروجين تأخير النضج ، نتيجة تشجيعه للنمو الزائد ، ونقص صفات الجودة ، كما قد تشجع زيادة النيتروجين عن الحد المناسب على زيادة الإصابة بالأمراض (Buckman & Brady, 1960) .

وفى حالة زيادة الأسمدة النشادرية ، وهى الأسمدة التى يوجد فيها النيتروجين فى صورة أمونيا (ن يد$_4^+$) فإنه قد تظهر أعراض التسمم النباتى بالأمونيا ، وتختلف الأنواع النباتية فى درجة تحملها لزيادة تركيز أيون الأمونيوم ، وفى معظم النباتات يؤدى التعرض للتركيزات العالية من الأمونيوم إلى حدوث اصفرار بالأوراق ، وتوقف النمو ، وظهور بقع متحللة فى الأوراق ، وفى بعض الأحيان تموت الأوراق والأنسجة المصابة .

هذا .. وتوجد الأمونيا الحرة طبيعياً فى الخلايا النباتية تحت الظروف العادية ، ولكن مع زيادة كمية السماد الأمونيومى يتأثر ميتابوليزم النبات ، حيث يستنفذ النبات مخزون المواد الكربوهيدراتية ليحول أيونات الأمونيا الحرة إلى صور غير سامة على حساب التحولات الحيوية الأخرى (Mills & Jones, 1979) .

تأثير زيادة البوتاسيوم **Excess of Potash**

إن تواجد البوتاسيوم بكميات كبيرة وزائدة فى التربة بحيث تسبب التسمم هى قليلة الحدوث ولكن يمكن أن تنشأ من كثرة وطول مدة استعمال الأسمدة البوتاسية أو النيتروجينية وهو ما يعرف بالاستهلاك الترفى (Luxury consumption) ، إن المستوى المرتفع من البوتاسيوم ليس ساماً مباشرة ولكن التأثيرات الأساسية هى حدوث نقصاً فى الأيونات الأخرى مثل ، كالسيوم ، مغنيسيوم أو الحديد ، وبالتالى فإن أعراض زيادة البوتاسيوم يمكن أن تشابه أعراض نقص تلك العناصر ، إن البقع الشاحبة أو الصفراء البرتقالية وخفض النمو تميز زيادة البوتاسيوم وانخفاض المغنيسيوم .

كذلك فإن زيادة البوتاسيوم تسبب شحوب باهت مصفر مع لون مغاير أخضر فى العروق وهذا مشابهاً لنقص الحديد حيث قد تكون هذه الأضرار الحقيقية لزيادة البوتاسيوم راجعة لنقص الحديد.

نظراً لأن البوتاسيوم قلوى مثل الصوديوم وبالتالى فإن التركيزات العالية التى تزيد عن 3٪ فى الأوراق يمكن أن يكون لها تأثيراً ضاراً مشابه أضرار القلوية ، يمكن أن يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم أو يكون بديلاً له وبالتالى يحدث عدم توازن فى نسبة الصوديوم إلى الكالسيوم ، إذا

كانت نسبة الصوديوم (أو البوتاسيوم) إلى الكالسيوم عالية جداً فإن هذا يسبب حدوث أعراض نقص الكالسيوم ، لذلك فإن البوتاسيوم المرتفع يضعف امتصاص الكالسيوم ويثبط تكشف النبات ويسبب نقص الكالسيوم ، وتعتبر هذه العملية نادرة الحدوث نظراً لأن الأراضى المصرية قليلة فى البوتاسيوم .

تأثير زيادة الصوديوم والكالسيوم
Excess of Sodium and Calicum

التركيزات العالية من الصوديوم أو الكالسيوم يمكن أن تسبب أضراراً مباشرة للنبات ، ولكن غالباً ما تكون الأضرار متعلقة بالملوحة و/أو الصفات القلوية التى تضيفها هذه العناصر إلى التربة على حسب معامل الملوحة للسماد ودرجة الـــ PH له بينما فى كثير من الحالات يحدثا مع بعضهما البعض .

وتعتبر التربة ملحية عندما يكون مجموع محتواها من الأملاح الذائبة عالياً أى عندما يكون هناك أملاحاً كافية لإحداث تأثيراً عكسياً على النبات ويصبح نمو النباتات الحساسة ضعيفاً عندما يزيد محتوى التربة من الملح عن 0.1٪ يمكن أن يقال بأن التربة ملحية عندما يكون للمحلول المستخلص من عجينة التربة المشبعة قيمة توصيل كهربائية (EC: Electrical Conductivity) تساوى mmho (4) لكل سنتيمتر من مستخلص التربة ، إذا كانت قيمة التوصيل الكهربائى أقل من 2 (mmho) فإن تأثير الأملاح حتى على النباتات الحساسة يكون مهملاً ، إذا كان التوصيل فوق (mmho 16) فإن عدداً قليلاً جداً من النباتات المتحكمة للملوحة تبقى حية وتعطى إنتاجاً . انظر الجدول رقم (   )

إن الأملاح المختلفة التى منها الصوديوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم أكثر شيوعاً فى المشاركة فى الملوحة ، كذلك فإن المستويات العالية من الأسمدة أيضاً تشارك فى تجمع الأملاح ويمكن أن تكون فعالة أو ذات كفاءة فى تحديد الحالة الزراعية فى المنطقة ، وعليه فإنه من الأهمية دراسة ومعرفة معامل الملوحة salt index لكل سماد قبل استخدامه وكلما كان منخفض كان أفضل .

وتحتوى الأراضى القلوية على كميات كبيرة من الصوديوم القابل للامتصاص ولكن ليس بالضرورة أن يكون هناك ارتفاعاً فى الأملاح الكلية ، يقال أن الصوديوم مرتفعاً عندما تكون النسبة المئوية للصوديوم المتبادل تزيد عن 15٪ يعتبر الصوديوم ضاراً عندما تكون كمية الصوديوم القابل للتبادل بحدود 5٪ ، وهذا أعلى مستوى من الصوديوم تكون عنده الأراضى القلوية ضارة للنبات .

تتجمع بعض الأيونات بصفة خاصة والتى قد تأتى من المياه أو الأرض أو التسميد الزائد لبعض المحاصيل الحساسة وتصل إلى تركيزات عالية بدرجة كافية لإحداث ضرر أو تلف للنبات وبالتالى نقص فى المحصول ، وتتوقف درجة الضرر أو التلف على حساسية النبات ومدى امتصاصه للعنصر الضار .

وبالنسبة للأشجار فإن الأشجار مستديمة الخضرة تكون أكثر حساسية ويحدث الضرر عادة عند تركيزات منخفضة من العنصر الضار ، ويظهر هذا الضرر عادة عندما يظهر على صورة احتراق لحواف الأوراق واصفرار ما بين العروق فى الورقة ، وإذا ما حدث تجمع لهذا العنصر بدرجة كافية فإنه يؤثر على المحصول ، عادة ما تكون المحاصيل الحولية متحملة (غير حساسة للتركيزات المنخفضة) وتصاب كل المحاصيل تقريباً بالضرر والتلف وقد تموت إذا زادت التركيزات بدرجة كافية ، وأهم الأيونات التى تحدث ضرراً نوعياً شائعاً هى أيونات الكلوريد والصوديوم والبورون .

وعلى أية حال فإن أعراض التسمم قد تظهر على أى محصول تقريباً إذا كانت التركيزات عالية بدرجة كافية ، وعادة ما يصاحب السمية أو يتداخل معها تأثير الملوحة أو مشاكل الرشح إلا أنها قد تظهر مع وجود مستويات منخفضة من الملوحة .

وقد تمتص التركيزات السامة من الصوديوم والكلوريد وتدخل النبات مباشرة من الأوراق خلال الرى بالرش ، ويحدث هذا أساساً خلال الفترات الحارة مع ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الرطوبة الجوية وقد يزيد امتصاص الأوراق من سرعة تجمع الأيونات السامة وتصبح المصدر الأول للسمية ، كذلك فإن العديد من العناصر الدقيقة Trace elements بالإضافة للصوديوم والكلوريد والبورون قد تكون سامة للنباتات عند تركيزات منخفضة جداً ، إلا أنه من حسن الحظ أن معظم مياه الرى لا تحتوى إلا تركيزات ضئيلة من هذه العناصر ولا تشكل هذه العناصر فى العادة مشكلة ما .

وكلما زادت الملوحة ينخفض نمو النباتات (غير المتحملة للملوحة) ويقل إنتاجها ، إن خفض النمو يكون أحياناً متبوعاً بأضرار فى الورقة ، تصبح الأوراق أصغر ذات لون أخضر مزرق داكن أكثر منه فى الحالة الطبيعية ، تصبح قمة الورقة أو الحواف بيضاء ، ذات لون أحمر أو مائل للبنى حسب نسبة درجات الملوحة ، يمكن أن تصبح الأوراق ذات لون برنزى وتسقط مبكراً وهذه تكون صفات كثيرة الحدوث شكل ( ) إن الأضرار التى تحدث للورقة يمكن أن تكون أكثر الأعراض المرئية حدوثاً فى الأراضى الملحية ولكنها ليست ذات درجة أهمية تساوى أهمية خفض الإنتاج ووقف النمو .

تحمل المحاصيل للملوحة Crop Tolerance to Salinity

تختلف النباتات أو المحاصيل فى حساسيتها للأملاح ، فبعضها ينمو وينتج محصولاً كاملاً تحت ظروف ملوحة أكبر كثيراً من البعض الآخر ، وهنا يجب اختيار المحاصيل المناسبة لظروف الملوحة الموجودة للحصول على إنتاج اقتصادى إذا ما تعذر خفض مستوى الأملاح إلى الحد الذى يسمح بزراعة محصول محدد ، والواقع أن هناك مدى واسع لتحمل المحاصيل الزراعية للأملاح وهو الأمر الذى يسمح باستخدام مياه للرى ذات ملوحة متوسطة والتى أعتقد إنها لا تصلح للرى .

وقد اصبح معروفاً الآن التحمل النسبى للأملاح لمعظم المحاصيل الزراعية للدرجة التى يمكن الاعتماد عليها فى وضع بدائل للمحاصيل التى يمكن زراعتها ويوضح جدول (1) تحمل الملوحة النسبى لمحاصيل الحقل والخضر والأعلاف والأشجار المختلفة كما يوضح جدول (2) التحمل النسبى للمحاصيل المختلفة للملوحة .

وقد تختلف درجة تحمل المحاصيل للملوحة فى طور الإنبات ومراحل النمو الأولى عن المراحل التالية ، وعموماً يمكن القول أن الإنبات يتأثر إذا زادت درجة ملوحة الطبقة السطحية للأرض عن 4 دس/م حيث تتأخر عملية الإنبات مما يؤثر على إنتاجية المحصول وفى هذه الحالة فإن نزول المطر أو رى الأرض قبل الزراعة يساعد غالباً على خفض الملوحة وتلافى الأضرار الناجمة عنها فى هذه المرحلة ، ويوضح جدول (   ) يوضح التحمل النسبى للمحاصيل المختلفة للملوحة فى طور الإنبات .

كذلك تختلف أصناف المحصول الواحد بعضها فى درجة تحملها للملوحة لاختلاف تركيبها الوراثى وتزداد الاختلافات بين سلالات المحاصيل المقاومة للملوحة فيكون بعضها أكثر أو أقل تحملاً للملوحة بدرجة كبيرة ، لذلك يجب العناية باختيار الأصناف المراد زراعتها إذا كانت ملوحة مياه الرى عاملاً محدداً .

ويؤثر المناخ على تحمل النباتات للملوحة والجفاف وبصفة عامة فإن المحاصيل التى تزرع فى مناطق باردة أو فى الفصول الباردة من السنة تتحمل الملوحة بدرجة أعلى من مثيلتها فى المناطق الدافئة ، ففى الفترات التى ترتفع فيها درجة الحرارة يزداد النتح والبخر ويصبح امتصاص جذور النبات للماء غير كاف إلى جانب زيادة ملوحة الأرض حول الجذور ويزداد ذلك مع زيادة سرعة الرياح وانخفاض الرطوبة النسبية ويؤثر المناخ على النباتات الحساسة بدرجة أكبر من النباتات التى تتحمل الملوحة .

وتشير غالبية النتائج إلى أن تأثير التسميد على تحمل المحاصيل للملوحة يكون قليلاً ، ويلاحظ أن الأسمدة فى غالبيتها هى أملاح ذائبة يجب الانتباه إلى طريقة وموعد وضع السماد فى الأرض حيث يؤدى اتباع أساليب غير مناسبة فى ذلك إلى زيادة مشاكل الملوحة .

جدول (**1**) تحمل المحاصيل لملوحة مياه الرى (**EC_W**) وملوحة الأرض (**EC_e**)
وتأثير الملوحة على الإنتاجية

أ. المحاصيل الحقلية

المحصول	الإنتاجية النسبية من المحصول الأعظم									
	100٪		90٪		75٪		50٪		صفر ٪	
	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W
الشعير	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0	28.0	19.0
القطن	7.7	5.1	9.6	6.4	13.0	8.4	17.0	12.0	27.0	18.0
بنجر السكر	7.0	4.7	8.7	5.8	11.0	7.5	15.0	10.0	24.0	16.0
السورجم	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13.0	8.7
القمح	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13.0	8.7	20.0	13.0
فول صويا	5.0	3.3	5.5	3.7	6.3	4.2	7.5	5.0	10.0	6.7
اللوبيا	4.9	3.3	7.5	3.8	7.0	4.7	9.1	6.0	13.0	8.8
فول سودانى	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.6	4.4
الأرز	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11.0	7.6
قصب سكر	1.7	1.1	3.4	2.3	5.9	4.0	10.0	6.8	19.0	12.0
الذرة	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
الكتان	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
الفول البلدى	1.5	1.1	2.6	1.8	4.3	2.0	6.8	4.5	12.0	8.0
الفاصوليا	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2

ب. محاصيل الخضر

المحصول	الإنتاجية النسبية من المحصول الأعظم									
	100٪		90٪		75٪		50٪		صفر ٪	
	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W
الكوسة	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10.0	6.7	15.0	10.0
البنجر	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15.0	10.0
البروكلى	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14.0	9.1
الطماطم	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13.0	8.4
الخيار	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0	6.8
السبانخ	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15.0	10.0
الكرفس	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18.0	12.0
الكرنب	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12.0	8.1
البطاطس	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
ذرة	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
البطاطا	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11.0	7.1
الفلفل	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
الخس	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.1	3.4	9.0	6.0
الفجل	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.1	3.4	8.9	5.9
البصل	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
الجزر	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
الفاصوليا	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
اللفت	0.9	0.6	2.0	1.3	3.7	2.5	6.5	4.3	12.0	8.0

ج. محاصيل العلف

المحصول	الإنتاجية النسبية من المحصول الأعظم									
	100٪		90٪		75٪		50٪		صفر ٪	
	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W
حشيشة القمح	7.5	5.0	9.0	6.0	11.0	7.4	15.0	9.8	22.0	15.0
حشيشة برمودا	6.9	4.6	8.5	5.6	11.0	7.2	15.0	9.8	23.0	15.0
شعير علف	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13.0	8.7	20.0	13.0
حشيشة الراى		3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12.0	8.1	19.0	13.0
حشيشة الوران	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14.0	9.6	26.0	17.0
لوبيا العلف	2.5	1.7	3.4	2.3	4.8	3.2	7.1	4.8	12.0	7.8
السسبان	2.3	1.5	3.7	2.5	5.9	3.9	9.4	6.3	17.0	11.0
برسيم حجازى	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16.0	10.0
ذرة علف	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	15.0	10.0
البرسيم	1.5	1.0	3.2	2.2	5.9	2.9	10.0	6.8	19.0	13.0
برسيم أحمر	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6

د. أشجار الفاكهة

المحصول	الإنتاجية النسبية من المحصول الأعظم									
	100%		90%		75%		50%		صفر %	
	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W	EC_e	EC_W
نخيل البلح	4.0	2.7	6.8	4.5	11.0	7.3	18.0	12.0	32.0	21.0
جريب	1.8	1.2	3.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
البرتقال	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0	5.3
الخوخ	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
المشمش	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
العنب	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12.0	7.9
اللوز	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.8	6.8	4.5
الكمثرى	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.9	7.0	4.7
الكريز	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	6.0	4.0
الفراولة	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4.0	2.7

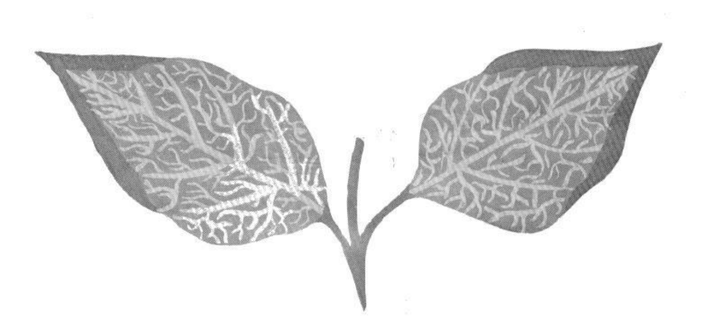
جدول (4) التحمل النسبى للملوحة للمحاصيل المختلفة

المحصول	متحملة للملوحة	متوسط التحمل للملوحة	متوسط الحساسية	حساسية للأملاح
الألياف والحبوب والسكر	الشعير – القطن – الهوهوبا – بنجر السكر	لوبيا العلف الشوفان – الراى السورجم – فول الصويا – قمح	الفول – الخروع – الذرة – الفول السودانى – الأرز – قصب السكر – عباد الشمس	الفاصوليا السمسم
الأعلاف والحشائش	حشيش البرمودا – الحشائش الصحراوية – حشيشة الراى	الشعير (علف) – البرسيم – ذرة (أعلاف) – لوبيا العلف – النجيل – السسبان	برسيم حجازى – البرسيم – ذرة (أعلاف) – لوبيا العلف – النجيل السسبان	
الخضر	الاسبرجس	البنجر – الكوسة	البروكلى – الكرنب – القنبيط – الكرفس – الخيار – الباذنجان – أبو ركبة – الخس – الفلفل – البطاطس – القرع العسلى – الفجل – البسلة – الكوسة – البطاطا – الطماطم – البطيخ	الفاصوليا الجزر
أشجار الفاكهة	نخيل البلح	التين – الزيتون – الأناناس – الباباظ – الرمان	العنب	اللوز – التفاح – المشمش – الأفوكادو – الكريز – الموالح – المانجو – الكمثرى – الخوخ – البرقوق – التوت

جدول (4) دليل تفسير نتائج التحليل المعملى لتقييم صلاحية المياه للرى

المعايير المقاسية	الوحدات	درجة التحفظ على الاستخدام فى الرى		
		لا تحفظ	بسيط إلى متوسط	تحفظ شديد [1]
1- **الملوحة** [2] EC_w	*dS/m*	1 >	2.7 – 1.0	2.7 <
2- **السمية** :				
الصوديوم [3] Na+	*me/l*	20 >	–	–
الكلوريد [3] Cl	*me/l*	4 >	15.0 – 4.0	15 <
البورون B	*mg/l*	1 >	3.0 – 1.0	3 <
3- **معايير متنوعة** :				
البيكربونات [4] HCO_3^-	*me/l*	1.5 >	7.5 – 1.5	7.5 <
النترات NO^-_3-N	*mg/l*	5 >	30.0 – 5.0	30 <

1) للإنتاج المقبول يحتاج استخدام هذه المياه إلى إدارة وأسلوب زراعة خاص وظروف أرض جيدة ومناسبة .
2) مع افتراض إضافة 15٪ احتياجات غسيلية .
3) إذا زادت تركيزات الصوديوم أو الكلوريد عن 3 ملليمكافئ / لتر تحت ظروف الرى بالرش والحرارة الشديدة والجفاف فإنه قد ينعكس فى امتصاص أكثر بواسطة الأوراق مما يؤدى إلى احتراقها والضرر الشديد بالمحصول .
4) زيادة البيكربونات فى مياه الرى تحت نظام الرى بالرش قد تترسب على هيئة رواسب بيضاء على ثمار الفاكهة مما يقلل من تسويقها وإن كانت غير سامة للنبات .



شكل رقم (   ) يوضح تأثير زيادة الملوحة فى التربة وأعراض الأضرار على أوراق التفاح لاحظ احتراق حواف الأوراق

المصدر : أمراض النبات غير الطفيلية (**1994**) أبو عرقوب – محمود موسى .

ومن ضمن مظاهر الملوحة الشديدة :

القمة البيضاء فى الحبوب **White Tip of Grains** :

هذا المرض شائعاً فى كثير من مناطق زراعة الحبوب التى تعانى من ارتفاع نسبة الصوديوم فى الأراضى القلوية تظهر الأعراض على قمة الورقة بأن تتحول إلى اللون الأبيض أو الأبيض المخضر ، يلتف نصل الورقة ، تفشل السنابل فى أن تخرج من أغمادها كاملة ويمكن أن تكون الحبوب مشوهة ، يمكن أن تكون النباتات متقزمة ويتوقف تكوين السنابل ، من المعتقد أن القلوية تمنع النباتات من الحصول على كميات كافية من الحديد ومن المحتمل من عناصر أخرى ، يمكن تحسين الظروف فى التربة وذلك بإضافة الجبس الزراعى أو الكبريت الزراعى للتربة .

ومن مظاهر الملوحة احتراق القمة أو احتراق الصوديوم **Tip Burn or Sodium Scorch** :

تمتص النباتات الصوديوم أو الكلور بسرعة سواء عن طريق التربة أو خلال الأوراق وبناء على ذلك فإن رش النموات الخضرية بالماء المالح يمكن أن يكون ساماً جداً ، كلما كان امتصاص النبات سريعاً لهذه الكيماويات كلما توقعنا ضرراً أكثر للنبات ، إن التركيزات السامة من كل من الصوديوم والكلور يمكن أن يتراكما فى الأشجار المروية بالرش أو التنقيط إذا كان محتوى الماء عال من الأملاح ، إن أهم ما يميز الأعراض الناشئة عن مرض احتراق القمة أنها كثيراً ما تكون على الأشجار المثمرة ، كالمانجو والعنب والموالح والأشجار الخشبية ونباتات الزينة ، يظهر ابيضاض وموت وتحلل على حواف المجموع الخضرى تتكشف عندما يتراكم فى الأوراق أكثر من 0.25 صوديوم أو 0.5٪ كلور على أساس الوزن الجاف تزداد شدة الضرر بالنسبة لزيادة مستوى الصوديوم أو الكلور وذلك بظهور بقع متحللة فى/على طول قمة الورقة ، تتسع هذه البقع لتشكل بقعاً كبيرة بين العروق ومحددة بالعروق الثانوية كثيراً ما يكون احتراق الصوديوم موجوداً ومتحداً مع احتراق الكلور ، عندما تظهر البقع المحترقة فإن محتوى المجموع الخضرى من الصوديوم يكون عادة أكثر من 0.4٪ .

إن بعض الأنواع النباتية وخاصة الموالح وبعض الشجيرات يظهر عليها لون برنزى على الورقة وسقوط الأوراق مبكراً أكثر منه احتراق للأوراق ، إن موت أنسجة الورقة مباشرة يحدد نمو وإنتاج النبات وذلك حسب نسبة الأجزاء المتحللة والميتة ولكن إذا كانت النباتات حساسة للملوحة فإن تأثير الاحتراق يمكن أن يكون مهملاً بالمقارنة مع تأثير الملوحة على ميتابولزم النبات .

ويعتبر تشخيص أعراض التسمم بالصوديوم أصعب منه فى حالة الكلوريد ، وعموماً فإن أعراض التسمم بالصوديوم تبدأ باحتراق الحواف الخارجية للأوراق وموت أنسجة الأوراق فى حين تبدأ هذه الأعراض فى حالة تسمم الكلوريد من قمة الورقة ، وعادة ما يستغرق تجمع الأملاح عدة أيام أو أسابيع حتى يصل التركيز إلى مستوى السمية وتظهر الأعراض أولاً على الأوراق القديمة (المسنة) بادئة على الحواف الخارجية ومع زيادة الضرر تتحرك هذه الأعراض بين عروق الورقة وفى اتجاه مركز الورقة ، وتشمل المحاصيل الحساسة الفواكه متساقطة

الأوراق وأشجار النقل nuts والموالح والأفوكادو وغيرها ، وتظهر أعراض التسمم على الأشجار إذا زادت نسبة الصوديوم فى الأوراق عن 0.25 – 0.5٪ (على أساس الوزن الجاف) وعادة ما يجرى تحليل كيماوى لأنسجة الأوراق للتأكد من أعراض التسمم بالصوديوم وذلك بجانب تحليل الأرض والماء والنبات للحصول على تشخيص صحيح .

وتقل أعراض التسمم بوجود الكالسيوم بكميات مناسبة وعليه فإن سمية الصوديوم تتداخل مع نقص الكالسيوم ، فقد تكون فعلاً زيادة من الصوديوم أو أن هناك تعقيداً للصورة إذا كان هناك نقصاً فى الكالسيوم وكثيراً ما يتم تحسين حالة النباتات إذا أضيف الكالسيوم فى صورة جبس أو نترات الكالسيوم إذا كان السبب هو نقص الكالسيوم ويعطى جدول (3) دليل حدود السمية بالصوديوم باستعمال نسبة الصوديوم المدمص فى الأرض ESP وهى قيمة تقارب الـــ SAR للماء المستخدم.

جدول (3) التحمل النسبى للعديد من المحاصيل للصوديوم المتبادل

محاصيل حساسة ESP أقل من 15	محاصيل متوسطة التحمل ESP – 15 – 40	محاصيل متحملة ESP أكبر من 40
أفوكادر	الجزر	البرسيم الحجازى
الفواكه متساقطة الأوراق	الخس	الشعير
الفاصوليا	قصب السكر	البنجر
القطن	البرسيم	بنجر السكر
الذرة	البصل	حشيشة البرمودا
البسلة	الفجل	القطن
الجريب فروت	الأرز	
البرتقال	الراى	
الخوخ	السورجم	
العدس	السبانخ	
الفول السودانى	الطماطم	
لوبيا العلف	القمح	

تأثير زيادة الكلور Excess of Chlorine

إن تواجد الكلور بكمية كبيرة تكون موجودة دائماً مرافقة للصوديوم أو الكالسيوم ، فإن التركيزات السامة من الكلور يمكن أن توجد فى التربة أو ماء الرى فى غياب زيادة الصوديوم أو الكالسيوم ، إن أعراض السمية تشابه كثيراً لتلك الأعراض المذكورة لسمية الأملاح ، إن الأضرار الكبيرة التى عُزيت إلى الأملاح يمكن أن تكون حقيقة بسبب الكلور لوحدة ، وبشكل عام فإن الأعراض تتكون من شحوب ، موت ، تحلل ثم تدهور .

والكلور هو أكثر الأيونات شيوعاً فى إحداث سمية من مياه الرى ، فالكلوريد لا يمدمص ولا يمسك فى الأرض ولهذا فهو ذائب متحرك دائماً مع الماء الأرضى ويمتص بواسطة النبات ويسير فى تيار الماء للبخر ويتجمع فى الأوراق ، فإذا ما زاد تركيزه عن قدرة النبات على التحمل تظهر أعراض ضرره مثل احتراق الأوراق أو جفاف الأنسجة الورقية وعادة ما يظهر الضرر على النبات أولاً على قمة الورقة (وهى شائعة لتسمم الكلوريد) ثم تتقدم من القمة إلى الحواف مع تزايد شدة التسمم ، وعادة ما يؤدى زيادة تأثير التسمم إلى سقوط مبكر للأوراق أى ظاهرة defoliation (تساقط الأوراق وتصبح الشجرة جرداء) وفى النباتات الحساسة تظهر هذه الأعراض عندما يصل تركيز الكلوريد بالأوراق إلى 0.3 – 1.0٪ كلوريد على أساس الوزن الجاف ولكن تتباين الحساسية فى هذه المجموعة من النباتات كما يبدى العديد من الأشجار هذه الأعراض إذا زاد التركيز عن 0.3٪ كلوريد (على أساس الوزن الجاف) وعادة ما تؤكد التحاليل الكيميائية للأنسجة النباتية تسمم الكلوريد ويختلف الجزء النباتى المأخوذ للتحليل من محصول لآخر على أساس الأوراق الموجودة والتى ستؤخذ معياراً لحد التسمم ، وفى الغالب ما يستعمل نصل الورقة للتحليل وأحياناً يستخدم عنق ورق النبات لبعض المحاصيل (مثل العنب) بدلاً من الأوراق .

ولا يتوقف امتصاص الكلوريد على محتوى مياه الرى فقط ولكن على الكلوريد فى الأرض والذى يحكمه مقدار الغسيل وكذا مقدرة النبات على استثناء الكلوريد من الامتصاص ، وحدود تحمل النبات للكلوريد ليست محددة تماماً ومسجله مثل تحملها للأملاح ، ويعطى جدول (4) قيم تحمل العديد من المحاصيل لمستوى الكلوريد فى عجينة الأرض المشبعة أو فى المياه المستخدمة وعموماً فهذه النباتات تحتاج إلى معالجة خاصة بالأراضى المصرية حيث أن المستويات فيها قد تغير من حدود الأضرار الناتجة عن التسمم .. هذا وقد تحدث السمية بالكلوريد إذا امتص مباشرة عن طريق الأوراق فى حالة الرى بالرش .

جدول (**4**) تحمل الأصول وشتلات بعض أشجار الفاكهة لتركيز الكلوريد فى مياه الرى ومستخلص العجينة المشبعة

المحصول	الأصول أو الشتلات	أقصى تركيز مسموح لا يحدث إضرار للأوراق: **فى منطقة الجذور** ***Cl_e(me/l)***	أقصى تركيز مسموح لا يحدث إضرار للأوراق: **فى مياه الرى** ***Cl_w(me/l)***
***Rootstocks* الأصول**			
افوكادو Avocado (Persea americana)	West Indian	7.0	5.0
	Guatemalan	6.0	4.1
	Mexican	5.0	3.0
الموالح Citrus (Citrus spp)	Sunki Mandarins Grapfrut Rangpur Lime	25.0	16.6
	Rough lemon Sour Orange Pokan mandarin	15.0	10.0
	Trifoliate Orange Calamondin Sweet Orange	10.0	6.7
العنب Graps (Vitis spp)	Solt Dog Ridge	40.0 30.0	27.0 20.0
الفواكه ذات النواة الحجرية Stone Fruits (Prunus spp)	Marianna Lovell Shalit Yunnan	25.0 10.0 7.5	17.0 6.7 5.0
***Cultivars* الشتلات**			
العنب Graps (Vitis spp)	Thompson seedles	20.0	13.3
	Berlette	20.0	13.3
	Cardinal	10.0	6.7
	Black Rose	10.0	6.7
الفراولة Strawberry (Fragaria spp)	Lassen	7.5	5.0
	Shasta	5.0	3.3

وعموماً تكون أضرار الكلور أكثر شدة عندما تكون درجات الحرارة عالية والتبخر سريعاً ، تحت هذه الظروف فإن امتصاص وتراكم الكلور يكون أعلى ولا يلبث أن يصل تركيز الكلور إلى درجة التسمم ، إن نسبة الكلور التى توجد فى المجموع الخضرى والتى تلزم لظهور حالة الموت والتحلل تتراوح من 0.5 – 1٪ من الوزن الجاف للورقة .

تأثير زيادة المنجنيز **Excess of Manganese**

تعتمد درجة السمية والضرر الذى يحدثه المنجنيز على الكفاءة الوراثية فى مقدرة النوع النباتى على امتصاص أو استبعاد المنجنيز ، إن مقدرة بعض النباتات مثل الشوفان والفراولة على النمو فى الأراضى ذات المستوى العالى من المنجنيز يعزى إلى انخفاض امتصاصها والاستبعاد الاختيارى للمنجنيز وانخفاض كفاءة النبات فى نقل المنجنيز من الجذور إلى المجموع الخضرى ، ونلاحظ أنها نادرة الحدوث فى مصر نظراً لعدم توافره بصورة ميسرة بمعظم الأراضى المصرية كما أنها تميل للقلوية .

تختلف أعراض سمية المنجنيز حسب النوع النباتى ، ولكن بشكل عام تظهر الأعراض على شكل تبرقش أو تجعد فى حواف الورقة والحد ومن نمو تلك الحواف والذى يجعل الورقة تأخذ شكل الفنجان ، نظراً لأن حواف الورقة يتجمع فيها كميات كبيرة من المنجنيز فإنها تصبح شاحبة إلى بيضاء ، يظهر فى القنبيط واللفت بقع بنية داكنة إلى ارجوانية متحللة تتكشف فى المناطق الشاحبة ، أما فى البطاطس فإن الأعراض المبكرة تتكون من بقع كثيفة دقيقة سوداء متحللة والتى تتكشف على طول الأعناق على السطح السفلى للورقة وتمتد فوق الساق ، لا تلبث هذه البقع أن تتحد مع بعضها تدريجياً وتشكل خطوط متحللة على الساق ، تظهر سمية المنجنيز على فول الصويا على شكل بقع ميتة متحللة وشحوب على الأوراق ولكن على الفول يظهر الشحوب بين العروق ويظهر بقع ميتة متحللة .

وعادةً لا تحدث مثل هذه التأثيرات نظراً لعدم توافر عنصر المنجنيز بصورة ميسرة بالتربة حيث أن معظم الأراضى تميل إلى القلوية ، ولكنه يمكن أن يحدث نتيجة للتسميد بالرش بتركيزات عالية جداً خاطئة .

وتظهر أعراض السمية على فول الصويا وتتميز بأن يصبح العرق الوسطى للورقة أحمر وتبدأ تتجعد الأوراق إلى أسفل وتصبح الوريقات الحديثة شاحبة وتتركز صبغات محمرة فى الورقة وتموت القمة النامية للأفرع .

تأثير زيادة البورون **Excess of Boron**

يختلف البورون عن الصوديوم فى أن البورون أحد العناصر الضرورية لنمو النبات (الكلوريد أيضاً عنصر ضرورى لنمو النبات ولكنه يحتاج إليه بكميات صغيرة وكثيراً ما يصنف على إنه غير ضرورى) وتحتاج المحاصيل إلى البورون بكميات ضئيلة إلا أنه إذا زادت كمياته فى

الأرض بدرجة معتبرة يصبح ساماً ، فبعض المحاصيل يناسبها 0.2 ملليجرام / لتر فى المياه وزيادتها إلى 1 أو 2 ملليجرام/لتر قد تصبح سامة .

ونادراً ما يوجد البورون بتركيزات خطرة فى المياه السطحية إلا أنه فى مياه الآبار يتواجد بتركيزات سامة أحياناً ، كذلك فوجود البورون بتركيز ضار ينشأ بنسبة أكثر من مياه الآبار عن الأراضى نفسها ، وتظهر معظم أعراض التسمم بالبورون إذا وصلت تركيزاته إلى 250 – 300 ملليجرام/كيلو جرام فى نصل الورق (وزن جاف) ولكن ليست كل المحاصيل الحساسة للبورون تركز وتجمع البورون فى أوراقها ، فمثلاً الفاكهة ذات النواة الحجرية (الخوخ والبلخ وغيرها) وفاكهة الـــ Pome (التفاح – الكمثرى وغيرها) تصاب بأضرار البورون ولكنها لا تجمعه بدرجة واضحة فى الأوراق وعليه فإن تحليل أنسجة الورق لا تؤكد الضرر الناشئ عن تسمم البورون ، ويوضح جدول (5) درجة حساسية المحاصيل المختلفة للبورون .

جدول (5) التحمل النسبى لبعض المحاصيل للبورون

1- محاصيل حساسة جداً : (أقل من 0.50 ملليجرام/لتر)	الليمون
2- محاصيل حساسة للبورون : (0.50 – 0.75 ملليجرام/لتر)	افوكادو – جريب فروت – برتقال – مشمش – خوخ – كريز – برقوق – تين – عنب – بيكان – لوبيا العلف – بصل
3- محاصيل حساسة للبورون : (0.75 – 1.0 ملليجرام/لتر)	ثوم – بطاطا – قمح – شعير – عباد الشمس – فول – سمسم – ترمس – فراولة – خرشوف – فول سودانى
4- محاصيل متوسطة الحساسية : (1.00 – 2.00 ملليجرام/لتر)	فلفل – بسلة – جزر – بصل – بطاطس – خيار
5- محاصيل متوسطة التحمل : (2.00 – 4.00 ملليجرام/لتر)	خس – كرنب – كرفس – لفت – شوفان – ذرة – خرشوف – برسيم – كوسة – شمام
6- محاصيل متحملة للبورون : (4.00 – 6.00 ملليجرام/لتر)	سورجم – طماطم – برسيم حجازى – بقدونس – بنجر مائدة – بنجر السكر
7- محاصيل متحملة جداً : (6.00 – 15.00 ملليجرام/لتر)	القطن – الاسبرجس

(تذكر أن : ملليجرام/لتر – ملليجرام/كيلو جرام = جزء فى المليون ppm)

إن تأثير سمية البورون على إنتاج الثمار يكون بشكل غير مباشر وذلك بسبب تحطم أنسجة الورقة ، نظراً لأن نسبة موت نسيج الورقة تكون قليلة فبالتالى يكون خفض إنتاج الثمار قليلاً فى بعض الحالات يمكن أن تتأثر الثمار مباشرة ، أما أعراض سمية البورون على ثمار الخوخ فتكون عبارة عن بقع خشبية بنية داكنة والتى تمتد إلى النخاع .

يعتبر البورون ذو تأثير عندما يكون تركيزه عالياً ويؤثر على الأنواع النباتية الحساسة إذا زاد تركيز عن 0.5 جزء فى المليون فى الماء أو أكثر من 190 جزء فى المليون فى أنسجة الورقة.

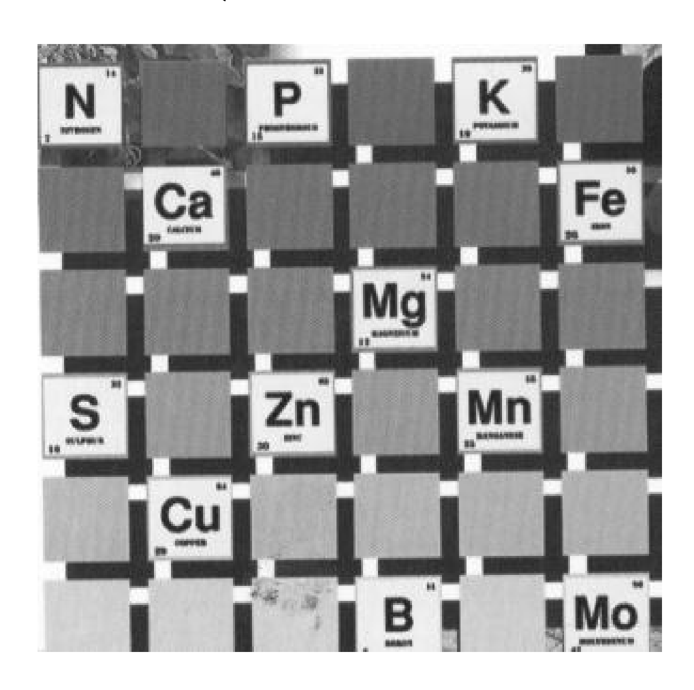
زيادة النحاس Excess of Copper

تعتبر الكميات الكبيرة من النحاس ضارة للنباتات الراقية فهى تخفض تكشف الجذور الليفية وتخفض الإنتاج النباتى ، عندما يزيد تركيز النحاس عن 0.5 جزء فى المليون فى الماء فإن نمو النبات ينخفض ، أما الارتفاع الطفيف فى تركيز النحاس عن 0.5 جزء فى المليون يسبب شحوباً للنبات مثل الشحوب المتسبب عن نقص الحديد ، إن الميكانيكية التى يسبب بها النحاس الأضرار وسمية النبات هى عن طريق تداخله فى تفاعلات البناء والهدم وبشكل أساسى فى تعطيل تفاعلات إنزيمية متخصصة والتى تحتاج إلى حديد وعليه فإن زيادة النحاس تؤدى إلى قلة امتصاص الحديد ، ولتقليل سمية النحاس يتم إضافة الجبس الزراعى للتربة .

إن زيادة النحاس تسبب توقف نمو الجذور ويزداد سمك الجذر ، وفى بعض النباتات مثل الموالح يظهر ع ليها أعراض تشبه نقص النيتروجين ، وتحدث هذه الأضرار نتيجة لاستخدام تركيزات عالية من السماد المحتوى على النحاس دون الأخذ فى الاعتبار التركيز .

الـفـصل الـثـانـي

الأسـمدة المعدنية



Mineral Fertilizers

الأسمدة Fertilizers

µ :

سيتم فى هذا الجزء التركيز على الأسمدة الكيميائية فقط والأسمدة الكيميائية يمكن تعريفها على أنها كل المركبات الكيميائية التى تضاف للتربة أو النبات رشاً أو مع ماء الرى بهدف تغذيتها وعموماً تنقسم الأسمدة المعدنية (الكيميائية) إلى قسمين رئيسيين :-

أ) الأسمدة الكيميائية البسيطة :

وهى تلك التى تتكون من مركب كيميائى واحد وتحتوى على عنصر غذائى واحد أو أكثر سواء كان هذا العنصر من العناصر الكبرى(N-P-K-S-Ca-Mg) أو العناصر الصغرى (Fe-Zn-Mn-Cu-B-Mo) وهى تتواجد إما فى صورة سائلة أو صلبة كما سيتم توضيحه.

ب) الأسمدة الكيميائية المركبة :

وهى تلك التى تحتوى على أكثر من عنصر سمادى وتحضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معاً بنسب معينة وبصورة متجانسة بحيث يحتوى السماد المركب على نسبة معلومة من كل من العناصر السمادية المطلوبة وقد تكون خليطاً من العناصر الكبرى أو خليط من العناصر الصغرى أو كلاهما معاً فى صورة سائلة أو صلبة .

وفيما يلى أهم الأنواع التجارية من الأسمدة المستخدمة :-

أولا : العناصر السمادية الرئيسية **(N-P-K)** :

1) **الأسمدة النيتروجينية (الأزوتية) :**

الأسمدة النيتروجينية تحتوى على النيتروجين فى صورة أمونيومية أو صورة نترات أو صورة أميدية أو مجموع هذه الصور معاً .

والأسمدة النيتروجينية التى تحتوى على النيتروجين فى صورة نتراتية (NO_3) تعتمد أساساً على التأثير المتبقى للنترات فى استخدامها وكذلك استمرار تأثرها وهى تلعب دور هام فى زيادة رقم حموضة التربة وكذلك النترات تكون سهلة الامتصاص بواسطة النبات ولا يفوتنا أن ننوه أن النترات سهلة الفقد بواسطة عملية الرى (الغسيل) وكذلك التأزت Denitrification .

والأسمدة التى تحتوى على النيتروجين فى صورة نتراتية مثل نترات الصوديوم غير شائعة الاستخدام .

أما الأسمدة النيتروجينية التى تحتوى على النيتروجين فى صورة أمونيا (NH_4) . فهى تنتج حموضة متبقية فى التربة وهى تدمص على سطح حبيبات التربة مما تحفظها من الفقد بواسطة ماء الرى ، كما أن بعض المحاصيل تمتص الأمونيا مثل الأرز وقصب السكر وكذلك تتحول الأمونيا فى التربة إلى نترات ثم تمتص بواسطة النبات .

وتستخدم سلفات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين الأمونيومى أما النيتروجين فى الصورة الاميدية مثل اليوريا فهو قابل للاستفادة بواسطة النبات عن طريق التأثير البكتيرى الموجود بالتربة مثل بكتيريا (الأزوتو باكتر) .

وكذلك اليوريا فهى سهلة التحول بواسطة عمليات Hydrolysis التحلل المائى وعمليات النترتة التى تحول الأمونيا إلى نتريت ثم نترات فى التربة.

واليوريا من أغلب الأسمدة الشائعة استخداماً .

وعموماً يوجد أسمدة نتروجينية تحتوى على الصورتين النتراتية والأمونيومية أو الأميدية والأمونيومية مثل نترات الأمونيوم الجيرية – سلفات النشادر ويوريا نترات النشادر .

ويوضع الجدول التالى () أهم الأسمدة النيتروجينية الشائعة الاستخدام تجارياً

جدول () أهم أنواع الأسمدة النيتروجينية الشائعة الاستخدام تجارياً فى التسميد موضحاً تفاعله الفسيولوجى بالتربة ونسبة الـــ N الصافى .

اسم السماد	نوع السماد وصورته	تأثير السماد على الـــ PH	النسبة المئوية للعنصر السمادى ٪		
			نيتروجين ٪	عناصر أخرى	درجة ذوبان السماد
1) اليوريا $(NH_2)_2$ CO	بسيط (صلب)	قلوى مؤقت	٪46	–	سريع
2) نترات النشادر الجيرية أو نترات الأمونيوم الجيرية $NH_4NO_3^- + CaCO_3$	بسيط (صلب)	متعادل	٪33.5	٪10 (Ca O)	سريع
3) سلفات النشادر أو كبريتات الأمونيوم $(NH_4)SO$	بسيط (صلب)	حامضى	٪20.5	٪23 كبريت	متوسطة
4) نترات الجير أو نترات الكالسيوم $Ca(NO_3^-)_2$	بسيط (صلب)	حامضى	٪15.5	٪19.5 كالسيوم	متوسطة
5) نترات البوتاسيوم KNO_3	بسيط (صلب)	حامضى	٪14	٪37 (K_2O)	سريع
6) اليوريا نترات النشادر	بسيط سائل	حامضى	٪32	–	سائل
7) حمض النيتريك	بسيط سائل	حامضى	٪15	–	سائل
8) نترات الكالسيوم	سائل	قلوى ضعيف	٪11	٪13 Ca^{++}	سائل
9) سلفات نشادر	سائل	حامضى	٪9	٪10 (S)	سائل
10) سلفو نترات النشادر	سائل	حامضى	٪18	٪2 (S)	سائل
11) نترات أمونيوم	سائل	حامضى	21 – 23٪	–	سائل
12) غاز الأمونيا NH_3	غاز	حامض	٪82		غاز
13) يوريا مغلفة بالكبريت	حبيبات صلب	متعادل	٪36	٪17 كبريت	بطيئة
14) يوريا فورمالدهيد	صلب	قلوى مؤقت	٪38 N	–	بطيئة
15) يوريا فوسفيت	سائل	حامضي	N %11	P_2O_5 %37	سائل
16)يوريا فوسفيت بودر	صلب	حامضي	N %17	P_2O_5 %44	سريع

2) الأسمدة الفوسفاتية :

نلاحظ أن الأسمدة الفوسفاتية المضافة إلى الأرض تختلف عن الأسمدة النيتروجينية فى أنها بطيئة الحركة عن الأسمدة النيتروجينية ولذلك لا تغسل من قطاع الأرض بسهولة ، ولكن نظام الزراعة الكثيفة والرى المستمر فى أراضى المناطق الجافة والأراضى الصحراوية أسرع فى ظهور أعراض نقص الفوسفور لإنخفاض محتوى الأرض من الفوسفور الصالح لامتصاص النبات ، ولذلك يلزم إضافته للأرض لرفع محتواها منه ويضاف للنباتات وفى الأراضى الصحراوية والتى يتبع فيها نظم الرى الحديثة (الرى بالتنقيط) فيضاف من خلال شبكة الرى على صورة (**حمض فوسفوريك أو أرثوفوسفوريك** أو فى صورة **MAP-MKP**) كمصدر للفسفور ، ويمكن أن توضع الأسمدة الفوسفاتية فى تلك الأراضى خلطاً مع السماد البلدى فى خنادق على جانبى صف الأشجار سنوياً ، هذا علاوة على أنه يتم إضافة الفوسفور فى صورة أملاح أمنيومية مثل (مونو أمونيوم فوسفيتMAP ، أو داى أمونيوم فوسفيت DAP ، أو باستخدام الأسمدة المركبة الفوسفوريك وذلك بنظم الرى الحديثة) (Fertigation) .

وحامض الفوسفوريك على صورة ortho يحتوى على 55٪ (فو$_2$أ$_5$) ويعتبر حمض الفوسفوريك السائل فعال فى الأراضى القلوية الجيرية حيث محتوى الكالسيوم عال ، ولا تضار التربة من إضافة هذا الحامض .

وتتوقف درجة ونوعية ذوبان السماد الفوسفاتى .. على نوع السماد وكمية الماء حيث أن الأسمدة الفوسفاتية تختلف فى درجة الذوبان حيث تزداد درجة الذوبان بازدياد كمية الماء وخلوها من شوائب وأكاسيد الكالسيوم ، ووجد أن ارتفاع ملوحة ماء الرى لها تأثير سلبى على مدى استفادة جذور النبات من الفوسفات المضافة .

كذلك وجد أن حموضة أو قلوية الأرض لها أهمية كبيرة فى مدى استفادة جذور النبات من الفوسفات المضافة حيث إن قلوية التربة تقلل من هذه الاستفادة ، بينما ميل التربة نحو التعادل أو الحموضة يزيد من الاستفادة من الفوسفات المضافة .

كذلك وجد أن لتفرع جذور النباتات وتعمقها أهمية كبيرة فى استفادة النباتات من الفوسفات المضافة لبطئ حركة أيون الفوسفات .

بالنسبة للزراعات العضوية يستخدم (صخر الفوسفات) المضاف إليه ميسرات الفوسفور مثل الميكروهيزا ، .Bacillus sp ، وهو متوفر الآن فى صورة منتج تجارى مثل (بيوفوسفور) ويستخدم أثناء تجهيز وإعداد الأرض للزراعة وكذلك بمعاملة الجذور للشتلات أثناء الزراعة . وسيتم تناول هذا الموضوع بمزيد من التفصيل فى جزء التسميد العضوى .

جدول (9) يوضح أهم الأسمدة الفوسفاتية الشائعة الاستخدام تجارياً

اسم السماد وصورته	نسبة العنصر المئوية	عناصر أخرى بالسماد	ملاحظات ودرجة ذوبان السماد
1) السوبر فوسفات الكالسيوم $Ca\ (H_2PO_4)_2H_2O$ (فى صورة بودر ناعم)	15٪ خامس أكسيد الفوسفور (فو$_2$أ$_5$) 7 – 9.5 فوسفور (أ)	8 – 10٪ كبريتات كالسيوم (جبس)	– 90٪ من محتواه الفوسفورى ذائب فى الماء وفى حالة ميسرة صالحة للامتصاص – يستخدم فى الأراضى القلوية . **(صعب الذوبان)**
2) سوبر فوسفات ثلاثى (مركز) (فى صورة حبيبات صلبة) $Ca\ (H_2PO_4)_2$	(فو$_2$أ$_5$) خامس أكسيد الفوسفور	3٪ كبريت	– 95 – 98٪ من خامس أكسيد الفوسفور ذائب فى الماء. – يفضل استخدامه فى الأراضى الجيرية الكلسية Calcareous Soils ونتيجة للتركيز العالى من الحامض به (حمض فوسفوريك) فإن له قدرة عالية على خفض PH التربة وتيسير عديد من العناصر الصغرى ، مثل الزنك – الحديد 0 منجنيز. **(بطىء الذوبان)**
3) حمض الفوسفوريك H_3PO_4 (سائل)	55٪ خامس أكسيد الفوسفور (فو$_2$أ$_5$) (أى به 33 – 37٪ فوسفور)	– قد يتواجد به آثار من الحديد وقد لا تتواجد على حسب نقاوته	– سماد سائل يستخدم فى وسائل الرى الحديثة مثل التنقيط والرش وبتركيز معين. – ذو فعالية ممتازة فى الأراضى القلوية والجيرية. **(سائل)**
4) سماد سوبر فوسفات الأمونيوم $(NH_4)_2\ HPO_4$ أو فوسفات ثنائى الأمونيوم $(NH_4)_2\ H_2\ PO_4$ (بودر)	46٪ خامس أكسيد الفوسفور (فو$_2$أ$_5$)	16٪ نيتروجين	– سماد مرغوب لاحتوائه على أكثر من عنصر . – لا تتغير صفاته بالتخزين . – سماد ذو كفاءة عالية. – يعتبر من الأسمدة المركبة . **(سريع الذوبان)**
5) فوسفات أحادى الأمونيوم (نقى) $NH_4H_2PO_4$ (فى صورة بودر) MAP	60٪ خامس أكسيد الفوسفور (فو$_2$أ$_5$)	12٪ نيتروجين	– يحتوى على أكثر من عنصر . – سماد عالى الكفاءة فى الأراضى القلوية والجيرية – يعتبر من الأسمدة المركبة . **(سريع الذوبان)**
6) أمونيوم بولى فوسفات (APP) سائل	34٪ P_2O_5	10٪ نيتروجين	**(سائل)** **مرتفع السعر**
7) أحادى فوسفات البوتاسيوم (MKP) فى صورة بودر	52٪ (P_2O_5) خامس أكسيد الفوسفور	34٪ أكسيد بوتاسيوم (K_2O)	– ذو عامل ملوحة منخفض . – ممتاز للأراضى الصحراوية . – **(سريع الذوبان)**. – يعتبر من الأسمدة المركبة .
8) يوريا فوسفيت	(سائل) 37%	11% (N)	– حامضي التأثير
9)يوريا فوسفيت	(صلب) P_2O_5	17% (N)	– حامضي التأثير وسريع الذوبان

3) الأسمدة البوتاسية :

البوتاسيوم عنصراً غذائياً هام وضرورياً لتغذية النباتات وتعتمد عليه النباتات بصفة رئيسية فى إنتاج محصول عالى الجودة من ناحية الكم والنوع وصفات الجودة ، ولرفع كفاءة إستخدام الأسمدة البوتاسية فى الأراضى الصحراوية وخاصة الرملية منها يجب عدم الإسراف فى ماء الرى خوفاً من تحرك هذا العنصر الذائب إلى أسفل ، وفقد كميات كبيرة منه مع ماء الغسيل والصرف ، ولذلك فإن استخدام نظم الرى الحديثة فى الأراضى الرملية (الرى بالتنقيط) يرفع من كفاءة استخدام الأسمدة البوتاسية .

ولزيادة كفاءة التسميد البوتاسى فى الأراضى الصحراوية يجب تسميد تلك الأراضى بسماد نيتروجينى أمونيومى مثل (سلفات النشادر أو نترات النشادر) قبل التسميد بالسماد البوتاسى لهذه الأراضى ، فيساعد هذا على انطلاق وتحرر أيون البوتاسيوم فى الأرض ، وتحويله إلى بوتاسيوم متبادل فى المحلول الأرضى ، وصالح للامتصاص بواسطة النبات.

هذا وهناك مصادر أخرى ميسرة للأسمدة البوتاسية مثل (أحادى فوسفات اليوتاسيوم MKP) ونترات البوتاسيوم وكذلك الأسمدة المركبة مثل 19/19/19 ، 7 – 3 – 40 ، و ....) وثيو سلفات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم .

ويوضح الجدول التالى أهم الأسمدة البوتاسية الشائع استخدامها .

جدول (10) يوضح أهم الأسمدة البوتاسية الشائعة الاستخدام تجارياً

اسم السماد	نسبة العنصر المئوية	عناصر أخرى من السماد	ملاحظات
1) سلفات البوتاسيوم أو كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 (فى صورة بودرة)	48 – 51٪ أكسيد بوتاسيوم (K_2O)	17 – 18٪ كبريت	يستعمل على نطاق واسع فى الأراضى الصحراوية وخصوصاً الأنواع النقية الخالية من الشوائب وهو من أكثر الأسمدة رواجاً .
2) نترات البوتاسيوم كريستالات دقيقة وصغيرة	44٪ أكسيد بوتاسيوم ونسبة (K) بـــ 37٪	13٪ نيتروجين	ويفضل هذا السماد بكثرة لاحتوائه على عنصر النيتروجين بجاني عنصر البوتاسيوم إلا أن سعره مرتفع.
3) كلوريد بوتاسيوم KCI (بوردة)	60 – 62٪ أكسيد بوتاسيوم (K_2O)	2.8 – 3٪ كلوريد صوديوم	لا يفضل استخدامه فى التسميد لوجود أيون الكلوريد الضار خصوصاً فى الأراضى ذات الملوحة .
4) أحادى فوسفات البوتاسيوم (MKP) (بودرة)	34٪ (K_2O) أكسيد بوتاسيوم	52٪ P_2O_5	يفضل فى التسميد بنظم الرى الحديثة ويعتبر من الأسمدة المركبة – درجة ذوبانه عالية.
5) سلفات البوتاسيوم والمغنيسيوم (بودرة)	22٪ K_2O أكسيد بوتاسيوم	11٪ مغنيسيوم	– ذو سعر مرتفع وغير متوافر تجارياً . – درجة ذوبانه عالية .
6) نيو سلفات البوتاسيوم (سائل)	36٪ K_2O أكسيد بوتاسيوم	23٪ SO_3	– سائل – سعره مرتفع . – (يستخدم فى التسميد بالرش الورقى) .
			–

ثانياً : أسمدة العناصر الغذائية الثانوية (المغنيسيوم – الكالسيوم – الكبريت)

جدول ( ) يوضح أهم أسمدة العناصر الغذائية الثانوية (Mg-S-Ca)

العنصر	اسم السماد وصورته	التركيز٪ للعنصر	الذوبان
المغنيسيوم (Mg)	سلفات المغنيسيوم (ملح أبسوم) . (بودر)	18.3	يذوب
	سلفات المغنيسيوم (كيزيريت) $MgSO_4.7H_2O$ (بودر)	10	بطئ الذوبان
	دولوميت (بودر)	11	لا يذوب
الكالسيوم (Ca^{++})	نترات كالسيوم (صلب) (حبيبات)	19	سهل الذوبان
	نترات كالسيوم (سائل)	13	سائل (جاهز)
	كالسيوم كلوريد (بودر)	36	سهل الذوبان
	الجير (كالسيت) (بودر)	40	صعب الذوبان
	سوبر فوسفات العادى (بودر)	20	ضعيف الذوبان
	تربل سوبر فوسفات (حبيبات)	14	متوسط الذوبان
	الجبس الزراعى (بودر)	22.5	صعب الذوبان
	الدولوميت (صلب)	22	صعب الذوبان
الكبريت (S)	ثيوسلفات الأمونيوم (سائل)	26	سائل
	سلفات الأمونيوم (صلب بودر)	24	يذوب
	سلفات الكالسيوم (جيبسيم) بودر	19	صعب الذوبان
	كبريت خام (زراعى) بودر	100 : 90	صعب الذوبان
	سلفات البوتاسيوم بودر	18	تتوقف على النقاوة
	سلفات المغنيسيوم بودر	13	تذوب
	شق السلفات الموجود بجميع أنواع العناصر الصغرى (حديد – زنك – منجنيز – نحاس...)	من 9 : 18	تذوب

هذا ومن الجدير بالذكر أنه الآن هناك ثورة تصنيعية حيث تعددت مصادر هذه العناصر بما يتلاءم بإضافتها مع ماء الرى دون حدوث مشاكل وتكون فى صورة (**مخلبية**) إما على الـــ (EDTA) أ ، (EDHA) أو على الأحماض الأمينية أو الهيوميك أو الستريك أسيد حيث يتواجد المغنيسيوم **(Mg) فى صورة مخلبية منفردة** (إما سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 7٪ مغنيسيوم مخلبى فى صورة أسماء تجارية عديدة وكذلك يتوافر عنصر الكالسيوم **Ca^{++} فى صورة مخلبية منفردة** (سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 12٪ وهناك ملحوظة هامة وهى أنه خلال التسميد بالرى يفضل إضافة الأسمدة المحتوية على كالسيوم بمفردها (حتى لا يحدث تفاعلات تؤدى إلى الترسيب وبالتالى سداد النقاطات أو البشابير وحدوث تلف لنظام الرى وكذلك الكبريت يتواجد الآن فى صور عديدة ميسرة مثل (الكالسيوم بولى سلفيد) وهى

صورة سائلة يمكن استخدامها فى الرى بالرش على أن يستخدم بمفرده حتى لا يحدث تفاعلات ترسيب بنظم الرى .

ثالثاً : أسمدة العناصر الصغرى (حديد – زنك – منجنيز – نحاس – بوروث)

يقوم معظم المزارعين بإضافة العناصر الصغرى مثل الحديد – الزنك والمنجنيز على صورة معدنية مثل (كبريتات الحديدوز – كبريتات الزنك – كبريتات المنجنيز) فى ماء الرى من خلال شبكة الرى بالتنقيط ، وذلك لرخص ثمن هذه العناصر على الصورة المعدنية ، وهذا من الأخطاء التى تتم فى هذه المزارع ، ولهذا يجب عدم إضافة العناصر الصغرى على صورة معدنية من خلال شبكة الرى بالتنقيط أو الرش ، لأن نسبة كبيرة من هذه العناصر ستتحول من صورة صالحة لامتصاص الأشجار إلى صورة غير صالحة وغير ميسرة للامتصاص ، وذلك لتفاعل هذه العناصر مع معقد التربة ويثبت معظمها خصوصاً فى أنواع الأراضى المرتفعة الـــ PH مثل معظم الأراضى المصرية .

فلابد من إضافة العناصر الصغرى من خلال شبكة الرى فى صورة مخلبية لتكون الاستفادة منها أكبر ، حيث أن الصورة المخلبية صورة صالحة وميسرة للامتصاص بواسطة النبات ، وذلك لأن المادة الخالبة للعنصر تحفظه من التفاعل مع معقد التربة والتثبيت وتجعله أكثر تيسراً .

وفيما يلى بعض العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام المصادر السمادية لهذه العناصر :–

1) يفضل استخدام الصور المخلبية كمصدر للعناصر الغذائية الصغرى للإضافة من خلال مياه الرى ، وتتميز هذه الصورة المخلبية بقدرتها العالية على الذوبان فى الماء وصعوبة تثبيتها فى التربة وبالتالى سهولة تيسرها وامتصاصها بواسطة النبات – وتتميز المركبات المخلبية أيضاً بقدرتها العالية على مقاومة الفقد بالغسيل .
2) يفضل استخدام الصور المخلبية (FeEDDHA) ذات اللون الأحمر الطوبى والقنابى عن الصورة المخلبية (FeEDTA) كمصدر لعنصر الحديد للإضافة من خلال مياه الرى حيث لا يسهل تثبيته فى الأراضى المصرية القلوية ، ويمكن استخدام أى من صور الحديد للإضافة رشاً من خلال التسميد الورقى .
3) كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى فى صورة مخلبية أعلى حوالى 3 – 5 كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى المماثلة فى صورة سلفات ويجب أن تؤخذ هذه الخاصية فى الاعتبار عند تقدير تكاليف استخدام أى من صور العناصر الغذائية الصغرى .
4) يجب زيادة تركيز عناصر الحديد والزنك والمنجنيز فى المحلول المغذى (مياه الرى + العناصر الغذائية) حوالى 50٪ عند وجود كربونات الكالسيوم (الجير) فى التربة بنسبة 5 – 10٪ أما إذا زادت نسبة الجير عن 10٪ فانه يفضل إضافة العناصر الغذائية رشاً على الأوراق .

وفيما يلى أهم المصادر السمادية للعناصر الصغرى المستخدمة فى برامج التسميد

1- أسمدة الحديد

جدول (12) يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر الحديد (Fe)

Fe-present % نسبة العنصر%	Chemical formula الرمز الكيميائى	Name of Fe-carrier اسم المركب السمادى
		A. Inorganic أ) الغير عضوية (المركبات المعدنية)
20.5	$FeSO_4 . 7H_2O$	Ferrous sulphate سلفات حديدوز
20.0	$Fe (SO)_4 . 4H_2O$	(*) Ferric Sulphate سلفات حديديك*
42.0	$FeCo_3$	* Ferrous carbonate كربونات حديدوز*
75.0	FeO	* Ferrous oxide أكسيد حديدوز*
14.0	$FeSo_4(NH_4)_2So_4.6H_2O$	* Ferrous ammonium sulphate سلفات الحديدوز* الأمونيومية
40.0	---	* Iron frits حديد فيرتز*
		B. Chelates : ب) المخلبيات
		a. Synthetic (الصناعية)
10.0	--	Fe-DTPA
9-12	--	Fe-EDTA
6.0	--	Fe-EDDHA
5-9	--	Fe-HEDTA
		b. Natural (الطبيعية)
6.0	-	Liginin sulphonate ليجنوسلفونيت
5.0		Methoxy phenylpropane
	--	complex ميثوكسى فينيل بروبان
		Polyflavonoid بولى فلافونيد
6.0-9.6	--	
	--	
6-8		Amino Acid أحماض أمينية
6-7		Humic Acid حمض هيوميك
6-8		Citric Acid ستريك أسيد

(*) غير شائع الاستخدام بمصر

وتلاحظ أن معدل الاستخدام يختلف فى حالة إذا كان العنصر مخلبياً أو غير مخلب ففى حالة إذا كان العصر غير مخلب فهو يستخدم رشاً ويفضل عدم استخدامه من خلال الرى بالتنقيط حتى لا يحدث له تثبيت فى التربة نظراً لأن معظم الأراضى المصرية مرتفعة بالـــ (PH) أى قلوية مما يقلـــل مـــن تيسر العناصر الصغرى لها ولهذا يفضل أضافتها فى صورة مخلبية مع ماء الرى وذلك بتركيـــز لا يتجاوز 0.5- 1 كجم / 1م^3 ماء رى وإذا كان رشاً يكون بتركيز 0.2- 0.3%

2- أسمدة الزنك :

جدول (13) يوضح أهم المصادر السماوية لعنصر الزنك

Zn-present % تركيب العنصر%	Chemical formula الرمز الكيميائى	Name of Zn-carrier اسم المركب	
		A) Inorganic	الغير عضوية (المركبات المعدنية)
22	$ZnSO_4 . 7H_2O$	- Zinc sulphate	سلفات زنك (7 ماء)
25	$ZnSO_4 . H_2O$	- Zinc sulphate	سلفات زنك(واحد ماء)
67-80	ZnO	- Zinc oxide	اكسيد زنك(*)
45	ZnC_2	- Zinc chloride	كلوريد زنك(*)
56	ZnCO	- Zinc carbonate	كربونات الزنك(*)
37	$Zn (NH_4) PO_4$	- Zinc ammonium Phosphate	فوسفات الزنك الأمينومى(*)
14-16	--	- Zinc frits (*)	فريتز زنك(*)
		B) Chelates	**(ب) المخلبيات**
		(i) Synthetic	**1) الصناعية**
12-14	--	- Zn-EDTA	
8	--	- Zn-HEDTA	
13	--	- Zn-NTA	
5	--	- Zn-Ligno sulphonate (Zn0Rayplex)	**ليجنو سلفونيت**
		(ii) Natural	**2) الطبيعية**
10		- Zn-poly flavonoid	مخلب على بولى فلافو نيد
Variable تركيبات عديدة ومختلفة		- Zn-Humic acid	مخلب على هيوميك أسيد
Variable		- Zn-Fulvic acid	مخلب على فولفيك أسيد
		- Amino acid	أحماض أمينية

(*) غير شائع الاستخدام بمصر

جدول ( ) يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر المنجنيز (Mn)

Mn-present % تركيب العنصر%	Chemical formula الرمز الكيميائى	Name of Mn-carrier اسم المركب السمادى
		A. Inorganic Salts: — **أ) الغير عضوية (المعدنية)**
26-28	$MnSO_4 . 3H_2O$	- Manganese Sulphate — سلفات منجنيز (3 ماء)
32	$MnSO_4 . H_2O$.	- Manganese Sulphat — سلفات منجنيز (1 ماء)
41-68	MnO	- Manganous Oxid (*) — أكسيد منجنيز(*)
31	$MncO_3$	- Manganese carbonat *) — كربونات منجنيز(*)
17	$MnCl_2$	- Manganese chloride (*) — كلورايد منجنيز(*)
20	$Mn3 (PO_4)_2$	- Manganese phosphate (*) — فوسفات المنجنيز(*)
10-25	-	- Manganese first (*) — فيرتز المنجنيز(*)
		B. Chelated Forms — **ب) التركيبات المخلبية**
		(a) Synthetic : — **1- الصناعية**
		Mn – EDTA — إيدتا
12	Manganese chelate of ehtlene diamne tetraacetic acid	Mn-EDDHA — ايدها
		(b) Natural : — مخلبة على مصادر طبيعية
10-12	--	Manganese methoxy phenyl-propane — ميثوكسى فينيل بروبان
7-8	--	Amino Acid — مخلب على أحماض أمينية
		Humic Acid — مخلب على أحماض هيوميك

(*) غير شائع الاستعمال بمصر

وبالنسبة للعناصر المخلبية على مواد كيميائية مثل الــ EDTA و EDDHA والمخلبة على مواد طبيعية مثل الأحماض الأمينية ومركبات الليجنوسلفونيت فهى أما أن تكون فى صورة سائلة أو صلبة على حسب تكنولوجيا الإنتاج المتوفرة فى بلد المنشأ .

جدول ( ) يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر النحاس (Cu)

Cu Content (%) تركيز العنصر	Chemical Formula الرمز الكيميائى	Name of Fertilizer اسم السماد
		A.Inorganic — **أ. (غير عضوى) معدنى**
25	$CuSO_4.5H_2O$	Copper sulphate — كبريتات نحاس (5 ماء)
35	$CuSO_4.H_2O$	Copper sulphate — كبريتات نحاس (1 ماء)
89	Cu_2O (insoluble)	Cuprous oxide (*) — أكسيد نحاسوز *
75	CuO (insoluble)	Cupric oxide (*) — أكسيد نحاسيك *
32	$Cu(NH_4)Po4.H_2O$ (soluble)	Copper ammonium Phosphate — فوسفات أمونيوم نحاسية *
		B. Chelated — **مخلبيات**
		(i) Synthetic — 1- صناعية
13	- (soluble) -	Cu-EDTA
9	- (soluble) - Cu-EDDHA	Cu-HEDTA*
		(ii) Natural — 2- طبيعية
Variable	- (Soluble) - Acid/fulvic acid	Cu-humic Acid — مخلب على هيوميك أسيد Fulvic Acid — وفولفيك أسيد

وتستخدم كبريتات النحاس رشاً على النباتات بمعدل من 1 – 2 كجم / 400 – 600 لتر ماء رشاً أو بمعدل ½ كجم/1م^3 ماء رى فى حالة وجودها بصورة مخلبية ويتم التسميد بها تبعاً لحاجة النبات لعنصر النحاس ويراعى الحذر والدقة حيث أن التركيزات العالية منها قد تحدث سمية بالنباتات كما سبق شرحه فى باب نقص العناصر وسميتها .

جدول (16) يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر البورون (B)

B content (%) نسبة العنصر(٪)	Chemical formula الرمز الكيميائى	Name of Fertilizer اسم السماد	
10.5	$Na_2B_4O7. 10H_2O$	Broax	بوراكس
14 – 15	$Na_2B_4O7. 5H_2O$	Sodium tetraborate (Fertilizer Boratc-48 Agribor, Tronabor)	خامس بورات الصوديوم
21	$Na_2B_4O_7$	Fertilizer Borate - 68	
17	H_3B0_3	Boric acid	حمض البوريك
20 – 21	$Na_2B_4O_7.5H_2O+Na_2B_{10}O_{16}.10_2O$	Solubor	سولوبور
10 –16	$Ca_2B_6O_{11} . 5H_2O$	Colemanite (portabor)*	الكوليمانايت
2 - 6	Complext borosilicates	Boron frits*	فيرتيزبورن

(*) غير شائع الاستخدام فى مصر

هذا والمصدر الشائع استخدامه فى مصر هو (حمض البوريك – بورات الصوديوم والبوراكس). ويستخدم البوراكس رشاً بمعدل من 1 – 2 كجم / 400 : 600 لتر ماء رشاً ويستخدم حمض البوريك بمعدل من ½ : 1 كجم / رشاً لكل 400 : 600 لتر ماء أو يضاف إلى ماء الرى بمعدل من 2 – 6 كجم/للفدان.

ويجب مراعاة أن هناك محاصيل حساسة جداً للبورون فقد يحدث لها سمية ولهذا لابد من مراعاة الدقة عند استخدام الأسمدة البورونية حيث يتم إضافتها طبقاً لاحتياجات النباتات الغذائية كما سبق تناوله فى أهمية العناصر الغذائية.

جدول (17) يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر الموليبدنيم (Mo)

Mo content (%) نسبة العنصر	Chemical formula الرمز الكيميائى	Name of Fertilizer اسم السماد	
39	$Na_2MoO_4 . 2H_2O$	Soduim molybdate	موليبدات الصوديوم
49 – 54	$(NH_4)_6 Mo_7O_{24}.4H_2O$	Ammonium molybdatc	موليبدات الأمونيوم
66	MoO_3	Molybdenum trioxide (*)	أكسيد الموليبدنيم الثلاثى
60	MoS_2	Molybenite (*)	موليبدنيت
2 - 3	--	Molybdenum first (*)	فيرتز الموليبدنيم

(*) غير شائعة الاستعمل بمصر

هذا ونلاحظ أن احتياجات النباتات من الموليبدنيم ضئيلة جداً للغاية حيث يمكن استخدام موليبيدات الأمونيوم رشاً بتركيز 0.1 كجم / 400 – 600 لتر ماء رشاً أى بمعدل (100جم). ونلاحظ أنها تكون موجودة بتركيزات ضئيلة مع مركبات التسميد بالرش المركبة وكذلك مع الأسمدة المركبة التى تستخدم فى نظام الحقن مع الرى (Fertigation) ولهذا نجد أننا فى أغلب الأحول لا نضيفها بمفردها نظراً لأن التركيزات التى تحتاجها النباتات منها ضئيلة جداً لا تتعدى الأجزاء فى المليون .

ب) الأسمدة الكيميائية المركبة :

تحتوى الأسمدة المركبة على أكثر من عنصر سمادى ، وتخضر بخلط اثنين أو أكثر من الأسمدة البسيطة معاً بنسب معينة وبصورة متجانسة ، بحيث يحتوى السماد المركب على نسبة معينة من كل من العناصر السمادية المرغوبة وهما إما تتواجد فى صورة صلبة أو سائلة .

وفيما يلى بعض المصطلحات المستخدمة فى وصف الأسمدة المركبة :-

درجة أو تحليل السماد **Fertilizer grade or analysis** :

إن تحليل السماد يعبر عن النسبة المئوية لكل من النيتروجين (N) ، والفوسفور فى صورة فو2أ5 (P_2O_5) ، والبوتاسيوم فى صورة بو2أ (K_2O) فى السماد المركب ، ويعبر عنها بثلاثة أرقام ، مثل : 5 – 10 – 5 (N-P-K) ، حيث نشير الأرقام إلى النسب المئوية لكل من النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم فى السماد على التوالى ، وقد يوجد أحياناً رقم رابع يشير إلى النسبة المئوية للمغنيسيوم فى صورة مع (Mg O) عناصر صغرى إليها مثل (الحديد – زنك – منجنيز – نحاس – بورون – موليبدنم) وقد تكون هذه العناصر فى صورة مخلبية أو غير مخلبية .

والسماد المركب قد يكون ذا تحليل منخفض إذا كان مجموع النسب المئوية لعناصر النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم به 20٪ أو أقل ، وقد يكون ذا تحليل مرتفع إذا زاد مجموع هذه النسب عن 50٪ .

المعادلة السمادية **Fertilizer Formula** :

هى الكميات الفعلية من المركبات الداخلة فى تركيب طن من السماد المركب ، وقد يعبر هذه الكميات كنسب مئوية أيضاً ، ويطلق على مصادر العناصر السمادية فى السماد المركب اسم المواد الحاملة Carriers .

الوحدة السمادية **Fertilizer unit** :

هى 1٪ من الطن ، أو 10 كجم ، وعليه .. فإن طناً من سماد سلفات النشادر(21٪ نيتروجين) يحتوى على 21 وحدة نيتروجين .

النسبة السمادية **fertilizer ratio** :

هى نسبة العناصر السمادية الثلاثة (النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم) إلى بعضها البعض فى السماد المركب ، فمثلاً .. عندما يكون تحليل السماد 5 – 10 – 5 تكون نسبته السمادية 1 – 2 – 1 .

وتتوقف النسبة السمادية التى يوصى بها على العوامل التالية :-

1) على حسب مرحلة نمو النبات (نمو خضرى – زهرى – ثمرى) – أو بداية الزراعة (مرحلة نمو الجذور) (وبداية النمو الخضرى) .
2) نوع المحصول المزروع : حيث تزيد نسبة الأزوت للمحاصيل الورقية ، ونسبة الفوسفور والبوتاسيوم للمحاصيل الثمرية ، ونسبة البوتاسيوم للمحاصيل الجذرية والورقية والثمرية والدرنية .

3) طبيعة التربة : تزيد نسبة البوتاسيوم فى الأراضى الرملية ، وتزيد نسبة الفوسفور فى الأراضى الثقيلة ، وتقل نسبة الأزوت فى الأراضى العضوية .

4) كمية ونوع الأسمدة المستخدمة : تجب مراعاة زيادة نسبة النيتروجين الفوسفور والبوتاسيوم عندما تكون الأرض حديثة العهد بالتسميد ، أى لم يسبق تسميدها كثيراً من قبل ، وكذلك عند استعمال الأسمدة العضوية (الأراضى الجديدة) .

هذا وسيتم تناول الأسمدة المركبة بالتفصيل تباعاً مع الجزء الخاص بالتسميد مع الرى (الرسمدة) Fertigation ، ويفيد جدول ( ) فى حساب كميات الأسمدة البسيطة اللازمة لتحضير الأسمدة المركبة (انظر الملاحق بتذييل الكتاب) .

بعض الأنواع الأخرى من الأسمدة المعدنية الكيميائية الحديثة

أولا : الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر **Slow Release Fertilizers**

وهى إما أنها أسمدة ذات قابلية ضعيفة جداً للذوبان فى الماء ، أو أنها أسمدة تتيسر فيها العناصر الغذائية فى صورة صالحة للامتصاص ببطء شديد ، وفى كلتا الحالتين تتيسر العناصر الغذائية للنباتات بقدر حاجته إليها ، وعلى مدى فترة زمنية طويلة تمتد من ثلاثة أسابيع إلى عدة أشهر ، الأمر الذى يقلل كثيراً من فرصة تثبيتها فى التربة ، ومن فقدها فى ماء الصرف وهى غالباً تستخدم مع المحاصيل التى تحب الماء والمسطحات الخضراء ، وفيما يلى شرح لبعض أنواع الأسمدة البطيئة الذوبان والتيسر (عن حسن ، 1996) .

1) سماد الأزموكوت :

يحتوى سماد الأزموكوت Osmocote البطئ الذوبان والتيسر على عناصر : النيتروجين ، والفوسفور ، والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم ، كما توجد منه تحضيرات تحتوى أيضاً على عناصر : الحديد ، والموليبدنم ، والبورون ، والمنجنيز ، والزنك ، والنحاس .

وتمتد فترة تحرير المواد الغذائية من حبيبة السماد من 2 – 18 شهراً ، ولا يغسل السماد من التربة بالرى الغزير ، كما لا يتأثر السماد بنوع التربة ، أو درجة حموضتها ، أو ظروفها الحيوية ، وتتأثر فترة فاعلية الأنواع المختلفة من الأزموكوت بدرجة الحرارة فقط ، إذ أن درجة الحرارة المرتفعة تسبب تحرر السماد بسرعة ، ودرجة الحرارة المنخفضة تجعل التحرر يتم ببطء ، انظر جدول ( ) بالملاحق بتذييل الكتاب .

وتحتوى أسمدة الأزموكوت على العناصر السمادية مغلفة داخل كبسولات بلاستيكية قطرها نحو 3 مم ، أو أقل ، وتخلط هذه الأسمدة مع بيئة نمو الجذور ، وعند الرى يمر بخار الماء بين حبيبات التربة إلى داخل الكبسولات من خلال ثقوب صغيرة بها ، وبالداخل يتكثف بخار الماء على السماد ، فيقل ضغط بخار الماء ، الأمر الذى يتبعه دخول بخار ماء جديد إلى الكبسولة ، وهكذا إلى أن يتكثف داخل الكبسولة قدر من الماء يكفى لإذابة السماد ،

ومع ازدياد دخول الماء يتولد ضغط داخلى يؤدى إلى تمدد جدار الكبسولة واتساع الثقوب ، فيخرج منها العنصر السمادى ببطء للخارج .

2) اليوريا المغطاة بالكبريت :

اليوريا المغطاة بالكبريت sulfur-coated urea (SCU) عبارة عن سماد يوريا مغطى بغطاء كبريتى ، وغالباً ما يضاف للسماد بعض المواد المانعة لنشاط الكائنات الدقيقة microbiocides ، مثل الــ Pentachlorophenol لتقليل سرعة التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى ، وتحتوى هذه الأسمدة غالباً على حوالى 36٪ نيتروجين ، و17٪ كبريت ، و3٪ شمع ، و0.2٪ microbiocide ، و1.8٪ conditioner (محسن تربة) ، وعند إضافة هذه الأسمدة ، فإن نسبة كبيرة من النيتروجين تتيسر خلال الأسبوع الأول ، ويرجع ذلك إلى عدم اكتمال الغطاء الكبريتى حول بعض الحبيبات ، وتذكر هذه النسبة عادة فى اسم التحضير التجارى .

يبدأ بعد ذلك ظهور تأثير التحلل البيولوجى للغطاء الكبريتى ، حيث تصل الرطوبة لليوريا ، ويخرج محلول اليوريا من الثقوب الدقيقة التى تحدث بالغطاء ، وتتوقف سرعة تحلل الغطاء الكبريتى إلى حد كبير على رطوبة وحرارة التربة ، فتزداد مع ارتفاع الرطوبة ومع ارتفاع درجة الحرارة (الــ Q 10 لذلك = خمسة) ويبلغ مقدار تيسر النيتروجين خلال تلك الفترة حوالى 1٪ يومياً .

3) الأسمدة فى صورة فرتز :

الفرتز frits عبارة عن رقائق صغيرة زجاجية المظهر وهى غير شائعة الاستعمال بمصر ، تتراوح فى درجة ذوبانها بين القلة والكثرة ، ويستخدم البطئ الذوبان منها ، حيث يذاب ببطء إلى أن يصبح فى صورة سائلة ، ثم يخلط معه السماد المطلوب ، ثم تعاد للحالة الصلبة بتعريض المخلوط للتفريغ فى حمام مائى بارد ، فتتصلب الرقائق first وتتكسر فى الحال ، حيث تجمع وتطحن إلى أن تصبح دقيقية (200 mesh أو أصغر – أى تمر من منخل لا يقل عدد ثقوبه عن 200 ثقب فى البوصة المربعة) ، وعند إضافتها للتربة ، فإنها تذوب ببطء ، ويتيسر السماد الموجود بها ، ويمكن الاعتماد عليها مدة 10 شهور فى مد النبات بالسماد (Nelson, 1985) ، (حسن ، 1992) .

4) اليوريا فورمالدهيد (**Urea formaldehyde**) :

تتوفر اليوريا فورمالدهيد تحت أسماء تجارية مختلفة ، منها : اليورميت Urmite ، واليوريا فورم Ureaform ، وبها 38٪ N يتيسر نحو ثلثيه فى السنة الأولى ، والباقى ببطء فى السنوات التالية ، ويوجد معظم المركب فى صورة سلاسل كيميائية طويلة لا يمكن للنبات امتصاصها ، ولكن الكائنات الدقيقة التى توجد بالتربة تعمل على تحليل هذه السلاسل ، فتفصل اليوريا التى يمكن للنبات أن يمتصها بسهولة ، ويستخدم هذا السماد بصفة خاصة فى المسطحات الخضراء ، وتحضر اليوريا فورم Ureaform بتفاعل اليوريا مع الفورمالدهيد (Maynard & Lorenz, 1979) .

5) الأيزوبوتيلدين دايوريا (**Isobutylidene Diurea,**) :

ينشأ هذا المركب من التفاعل بين اليوريا والأيزوبوتيلداهيد Isobutyladehyde وهو بطئ الذوبان للغاية ، وتبعاً للتركيب الكيميائى ، فإنه يحتوى على 32.2٪ نيتروجين ، ويزداد ذوبان السماد مع ارتفاع درجة الحرارة ، كما يتوقف أيضاً على حجم وصلابة حبيبات السماد .

6) أسمدة مغطاة بالمطاط (Rubber-based coated Fertilizers) :

تغطى الأسمدة فى هذه التحضيرات بغلاف من المطاط ، وتتوقف سرعة تيسر السماد على سمك الغطاء المطاطى .

ثانياً : الأسمدة الورقية والمخلبيات :

توجد المئات من التحضيرات التجارية التى تستخدم كأسمدة ورقية Foliar Fertilizers رشاً على النباتات (وسيتم تناولها بالتفصيل فى جزء التسميد الورقى).

الأسمدة المخلبية :

الأسمدة المخلبية Chelated Fertilizers هى أسمدة توجد فيها العناصر الضرورية للنبات فى صورة مركبات مخلبية Chelated compounds أو Sequestring agents .

والمركبات المخلبية عبارة عن مركبات عضوية حلقية مرتبطة بمعدن أو أكثر بشدة تتفاوت من مركب مخلبى لآخر ، وهى إما قابلة للذوبان فى الماء فى صورة بودر أو سائل ، وتعمل المركبات المخلبية على منع تثبيت العناصر فى التربة ، وبذلك يتيسر العنصر لامتصاص النبات ، دون أن يفقد بالتثبيت بالتربة .

ومن المركبات المخلبية الشائعة الاستعمال فى الزراعة ما يلى :-

1) منها ما هو صناعى :-

Ethylene diaminetetra acetic acid (EDTA)
Diethylene triamine penta actetic acid (DTPA)
Cyclohexane diaminetetra acetic acid (CDTA)
Ethylene diamine di (O-hydroxyphenyl acetic acid (EDDHA)

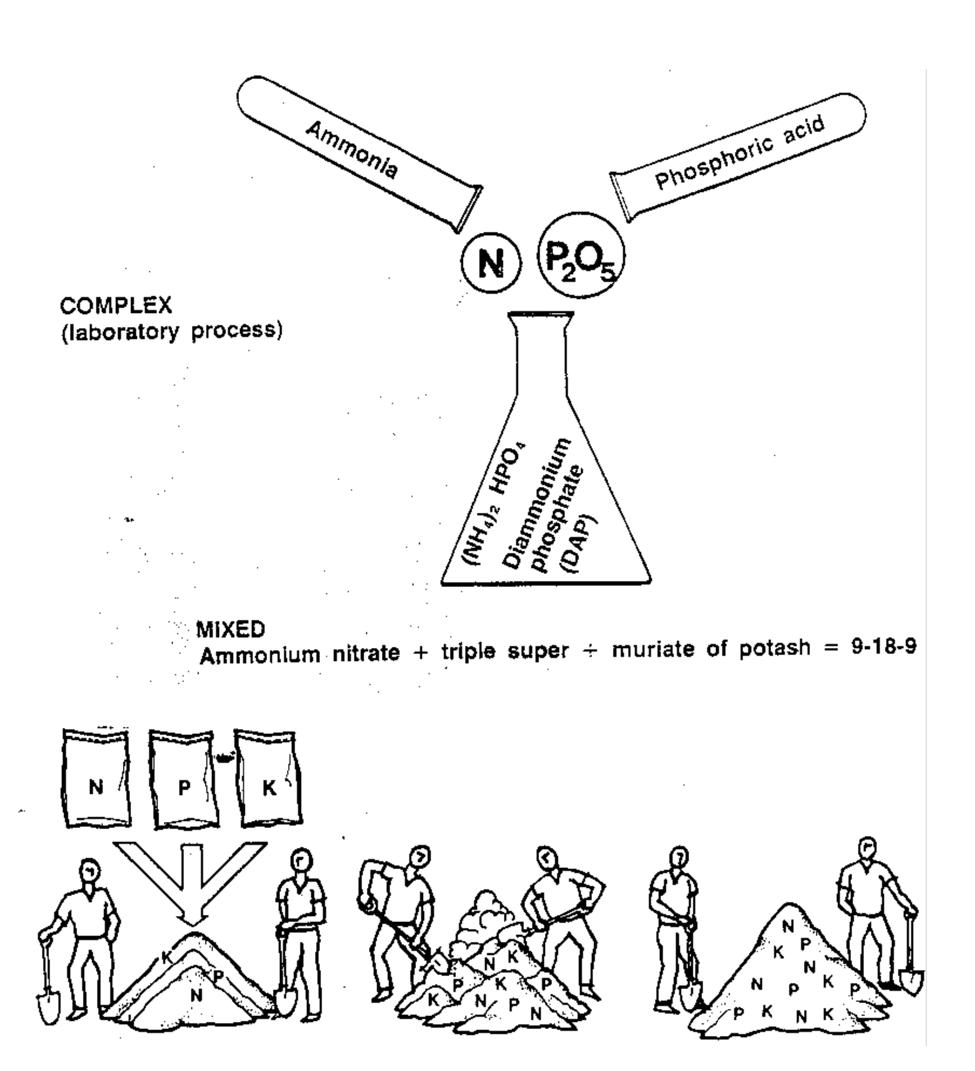
2) ومنها ما هو طبيعى .. وتوجد المواد المخلبية إما فى صورة أحماض ، أو فى صورة ملح الصوديوم ، والعناصر المخلوبة عادة هى : الحديد ، والمنجنيز ، والنحاس ، والزنك ، والكوبالت وأيضاً الكالسيوم والمغنيسيوم .

وتضاف المركبات المخلبية عن طريق التربة ، حيث تعطى نتائج أفضل ، ولمدة طويلة ، أو تضاف إضافتها بطريق الرش ، هذا ويوجد مركبات طبيعية وعضوية تستخدم أيضاً فى التخلب تخلب عليها العناصر الصغرى وكذا الكالسيوم والمغنيسيوم مثل :-

1) حمض الهيوميك .
2) حمض الستريك ، الطرطربك أسيد ، فولفيك أسيد .
3) مركبات الليجنوسلفونيت .
4) مركبات البولى فلافونيد .
5) ميثوكس فينيل بروبان .
6) الأحماض الأمينية الحرة .

هذا وهناك تركيبات مختلفة من العناصر المخلبية وبنسب مختلفة وهى إما أن تكون منفردة أى يتواجد السماد فى صورة مخلبية فردية تحتوى على عنصر واحد فقط مثل (الحديد المخلبى أو المنجنيز المخلبى أ ، .....) أو تتواجد ثلاثة أو أكثر عناصر مع بعض فى صورة مركبة وبنسب متوازنة إما فى صورة سائلة أو صلبة .

الأسمدة المركبة وخلط الأسمدة الصلبة – السائلة



الأسمدة المركبة Compound or Mixed Fertilizers

تحتوى هذه الأسمدة على أكثر من عنصر كيماوى سواء كانت هذه العناصر من العناصر الكبرى أو الصغرى .

والأسمدة المركبة توجد إما فى صورة صلبة أو سائلة وأكثر الأسمدة المركبة شيوعاً هى ما بين كل من **(النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم)** ، والتى يعبر عنها بالرمز **(NPK)** ، وتختلف نسبة هذه العناصر فى السماد من نوع لآخر طبقاً للتركيبة السمادية ، حسب الاسم التجارى .. ونجد أن الصورة السائلة من الأسمدة المركبة تحتوى على تركيزات منخفضة من العناصر السمادية ، وتوجد الصورة الصلبة على حالتين إما محببة أو مسحوق ، ويفضل إذابة الصورة الصلبة أولاً عند الإضافة من خلال نظم الرى المختلفة ، وهى الطريقة الأكثر شيوعاً .

وفى هذه الأسمدة المركبة نجد أن كل حبة سماد تمثل تركيب السماد ككل (NPK) ويضاف عليها فى بعض الأحيان العناصر الثانوية مثل (Mg, S) وكذا الصغرى (حديد ، زنك ، منجنيز ، نحاس ، بورون) بنسب صغيرة .

الشروط الواجب توافرها فى الأسمدة المركبة :-

1) **أن يكتب على العبوة رمز ما تحتوى عليه من عناصر غذائية فى صورة ← (N - P - K + (Mg + TE .**
2) **ألا تحتوى على أقل من 3٪ نيتروجين ، 5٪ فوسفور (فو$_2$أ$_5$) ، 5٪ (بو$_2$أ).**
3) **ألا يدخل فى تركيب السماد المركب صخر الفوسفات أو خبث المعادن أو مخلفات المجارى أو أى مادة غير ذائبة فى الماء أو عناصر ثقيلة أو صوديوم .**
4) **أن يكتب التركيب الكيمائى للسماد على العبوة (مع ذكر نسبة كل عنصر ٪).**
5) **يجب ألا يحتوى السماد على صورة عضوية للعناصر الغذائية عدا اليوريا والمركبات المخلبية والمنشطات الحيوية (ستريك أسيد ، أسكوربيك ، حمض هيوميك) .**
6) **يجب ذكر التركيب الكيمائى للعناصر النادرة الموجودة اذا كانت أكبر من 1٪ وكذلك نسبة الكلوريد اذا زاد عن 2٪ .**

وهناك العديد من الأسمدة المركبة المتوافرة فى السوق ، والتى تستخدم خلال الرى بالتنقيط والرش ، وتكون عادة فى صورة صلبة أو سائلة وتحتوى على تركيزات مختلفة من العناصر بما يتناسب مع الاحتياجات السمادية للنباتات المختلفة خلال مراحل العمر المختلفة .

خلط الأسمدة الصلبة :-

عادة ما يلجأ بعض المزارعين إلى خلط مجموعة من الأسمدة بغرض إضافتها مجتمعة كسماد ومركب ، وذلك بهدف خفض التكاليف (تستخدم فى الزراعات التقليدية) .

ولنجاح عملية خلط الأسمدة الصلبة لتكوين سماد مركب يلزم توفر الشروط التالية :- (الشاذلى ، 1992)

1. **عدم حدوث تفاعلات تؤدى الى الترسيب بين مخلوط الأسمدة .**
2. **عدم حدوث تفاعل بين مكونات السماد والرطوبة الجوية .**
3. **يجب أن يصلح المخلوط من الأسمدة للتخزين لأطول فترة زمنية مختلفة .**
4. **عدم حدوث تطاير للأمونيا عند خلط الأسمدة .**
5. **أن تكون عملية الخلط بين مكونات الأسمدة جيدة جداً ، وأن تكون أحجام حبيبات الأسمدة المخلوطة تقريباً متساوية .**

عموماً لا يفضل خلط الأسمدة التى تحتوى على السلفات أو الفوسفات مع الأسمدة التى تحتوى على الكالسيوم شكل ( ) .

يوضع مخلوط السماد المركب المخلوط فى شكائر لحين الاستعمال ، ويجب أن تكون الخواص الطبيعية للسماد الناتج جيدة فلا يحدث له تصلب أو انفصال للحبيبات المختلفة .

ويحدث التصلب Caking للأسمدة المخلوطة عموماً إذا كانت درجة الرطوبة النسبية للخليط أقل من درجة الرطوبة النسبية لكل سماد على حدة ، حينئذ تزداد قابلية الخليط لامتصاص الرطوبة من الجو عند درجة الحرارة نفسها ، مثل خليط اليوريا مع السوبر فوسفات أو اليوريا ونترات الأمونيوم .

ويمكن علاج هذه الأسمدة ضد التحجر أو التصلب بمواد معالجة للتحجر **Anticaking** بإضافة بعض المواد مثل سليكات الكالسيوم والمغنيسيوم أو الطين الناعم بكميات صغيرة لتمنع تكتل السماد ، وقد يضاف للسماد المركب المخلوط بعض العناصر الدقيقة ، ويجب أن يكون رقم الحموضة **PH** للسماد مناسباً .

أما محاليل الأسمدة المركبة السائلة فهى محاليل تحتوى على العناصر الغذائية الرئيسية ، ويتم تكوينها بحيث لا يحدث ترسيب أو تكوين ملح عند درجات الحرارة العادية ، لأن وجود أى رواسب سيؤدى الى مشاكل ، خاصة عند الاضافة خلال شبكة الرى ، وعادة ما تكون مصادر العناصر الغذائية المستخدمة هى نترات النشادر أو اليوريا ونترات البوتاسيوم وفوسفات الأمونيوم الأحادى أو حمض الفوسفوريك ، وقد يضاف إلى هذه الأسمدة السائلة بعض المواد التى تساعد على زيادة درجة الذوبان وتقليل فرص الترسيب .

الأسمدة	نترات الأمونيوم	سلفات الأمونيوم	اليوريا	سوبر فوسفات	سلفات البوتاسيوم	الأسمدة العضوية	سلفات النحاس
نترات الأمونيوم		.....	X	|||	|||	X	|||
سلفات الأمونيوم	.....		|||	|||	...	X	|||
اليوريا	X	|||		X	|||	|||	|||
سوبر فوسفات	|||	|||	X		...	....	X
سلفات البوتاسيوم	|||	.....	|||	....		....	|||
الأسمدة العضوية	X	X	|||	....	....		...
سلفات النحاس	|||	|||	|||	X	|||	....	

- ... : تخليط ممكن
- ||| : تخليط ممكن ولكن قبل الاستعمال مباشرة
- X : تخليط غير ممكن على الأطلاق

شكل (   ) إمكانية تخليط الأسمدة المختلفة

خلط الأسمدة الكيميائية :-

فى هذه الحالة يجب عدم خلط الأسمدة التى تحتوى على السلفات (مثل **سلفات النشادر ، سلفات البوتاسيوم ، سلفات المغنيسيوم)** أو الفوسفات عدا حامض الفوسفوريك (مثل سوبر فوسفات عادى أو مركز ، تربل فوسفات) مع الأسمدة التى تحتوى على الكالسيوم **(نترات الجير ، نترات النشادر الجيرية)** – كذلك يجب عدم خلط الأسمدة التى تحتوى على الفوسفات عدا حامض الفوسفوريك (مثل **سوبر فوسفات عادى** أو **مركز** ، **تربل فوسفات)** مع الأسمدة التى تحتوى على المغنيسيوم **(سلفات المغنيسيوم أو سماد النترام) .**

درجة ذوبان الأسمدة الكيماوية والمشاكل التى تنشأ عن حقنها فى شبكة الرى بالتنقيط :-

تختلف درجة ذوبان الأسمدة الكيماوية (أسمدة نيتروجينية – فوسفاتية – بوتاسية) على حسب نوعية مياه الرى من حيث تركيز الأملاح الكلية الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والسلفات (كبريتات) والكالسيوم.

فمن المعروف أنه عند ارتفاع مستوى الأملاح فى ماء الرى ، لابد من خفض تركيز الأسمدة فى الميـــاه ، حتى لا يزيد التركيز الكلى للأملاح فى مياه الرى بعد التسميد عن الحد المناسب لنمو النبات ، وبالتـــالى عدم تعرض النبات لمشاكل ارتفاع الضغط الأسموزى لمحلول الرى ، كذلك فإن ارتفاع الكالســـيوم فـــى مياه الرى يقلل من كفاءة استخدام الأسمدة التى يدخل فى تركيبها السلفات (كبريتات) ، أو الفوسفات مثـــل سلفات البوتاسيوم والسوبر فوسفات ، كذلك فإن ارتفاع تركيز السلفات (كبريتات) فى مياه الرى يقلل مـــن كفاءة الأسمدة ، التى يدخل فى تركيبها الكالسيوم مثل نترات الكالسيوم ، حيث يؤدى هـــذا إلـــى ترســـيب الكالسيوم فى صورة كبريتات الكالسيوم ، الذى يسد النقاطات ومواسير ووصلات شبكة الرى بـــالتنقيط ، مما يؤدى إلى مشاكل فى سوء توزيع مياه الرى والعناصر الغذائية .

وعند إضافة الأسمدة الصعبة الذوبان من خلال شبكة الرى بالتنقيط مثل ســـلفات البوتاســـيوم – نتـــرات النشادر الجيرية ، يراعى أن يتم إذابتها جيداً ثم ترشيحها ، ويؤخذ الراشح النقى ، ويوضع فى الســـمادات ليحقن فى دورة مياه الرى ، وعملية إذابة هذه الأسمدة الصعبة الذوبان تحتاج إلى مجهود كبير للإذابـــة ، لرفع كفاءة الاستخدام ، مع ضرورة معرفة حاصل إذابتها لكل سماد ، ونسبة الجزء القابل للذوبان لتعديل كمية السماد المطلوب إذابتها ، للحصول على عدد معين من وحدات العنصر الغذائى المطلوب إضـــافته ، ويبين الجدول التالى درجة ذوبان بعض **الأسمدة الشائعة الاستخدام فى التسميد ، من خلال شبكة الرى الحديث (التنقيط) فى مياه جيدة النوعية .**

جدول ( ) درجة ذوبان بعض الأسمدة فى مياه رى جيدة النوعية

السماد	نسبة ذوبان السماد : الماء	السماد	نسبة ذوبان السماد : الماء
نترات البوتاسيوم	4 : 1	سلفات النشادر	4 : 1
نترات الكالسيوم النقى	1 : 1	نترات الجير المصرى	100 : 1
فوسفات أحادى الأمونيوم	2 : 1	كلوريد بوتاسيوم	5 : 1
فوسفات ثنائى الأمونيوم	2 : 1	زنك مخلبى	1 : 1
فوسفات أحادى البوتاسيوم	2 : 1	تربل فوسفات الكالسيوم	50 : 1
فوسفات ثنائى البوتاسيوم	2 : 1	سوبر فوسفات العادى	300 : 1
سلفات بوتاسيوم (النقية)	20 : 1	سلفات حديدوز	4 : 1
سلفات الماغنسيوم	5 : 1	سلفات نحاس	5 : 1
اليوريا	2 : 1	حامض بوريك	20 : 1
نترات النشادر	2 : 1	بوراكس	10 : 1
سلفات منجنيز	2 : 1	موليبدات أمونيوم	3 : 1
منجنيز مخلبى	1 : 1	موليبدات صوديوم	5 : 1
سلفات زنك	3 : 1		

المصدر : تغذية الخضر فى الزراعات المحمية ، أحمد عبد الفتاح أحمد إبراهيم .

الـفـصل الـثـالـث

علاقة العناصر الغذائية بالإصابات المرضية

تلعب العديد من العناصر الغذائية دوراً غير مباشر في زيادة انتشار أو تقليل انتشار العديد مـن الأمراض الفطرية والبكتيرية والحشرية كما سيتم توضيحه ولهذا يجب الإلمـام بمعرفـة هـذه التأثيرات للاستفادة بها في برامج التسميد والمكافحة وإدخالها ضمن برامج المكافحة المتكاملة.

أولا: التسميد النيتروجيني

لوحظ أن زيادة الاهتمام بالتسميد النيتروجيني يجعل النباتات أكثر غضاضـة وبالتالي تـزداد جاذبيتها للإصابات ا لحشرية فقد وجد (Hunt et. Al 1994) زيادة تفضيل بعض الحشرات على بادرات الطماطم بالمشتل عند زيادة تركيز النيتروجين بالأوراق ولكن لم يكن لتأثير الفوسـفور والبوتاسيوم أي تأثيرات كما أن زيادة التسميد النيتروجيني بالنباتات تزيد من غضاضة الأنسـجة مما يسهل إصابتها لأمراض الفطرية والبكتيرية وكذلك الحال حيث تقلل من صـلابة الثمـار وتجعلها أكثر عرضة للإصابة بأعفان الثمار.

كما لوحظ أن نوعية السماد النيتروجيني لها تأثير على بعض الأمراض حيث تزيـد نسـبةالإصابة بالأصداء والبياض الدقيقي بزيادة التسميد النتراتي وتنخفض بزيادة التسميد النشادر (Urée)

وكذلك نلاحظ أن درنات البطاطس ذات المحتوى المرتفع من النيتروجين النتراتي أكثـر قابليه للإصابة ببكتيريا العفن الطري *Erwinia Carotovora* ، *E. Carotora.*

ولهذا فإن تخفيض معدلات التسميد الأزوتى يقلل الإصابة بالمرض في المخازن على ا لرغم من أنه يقلل من المحصول (Smid & Gorris).1994

وفى الفراولة وجد أنه عند زيادة التسميد النيتروجيني تزداد حساسـية إصـابة الثمـار بأعفـان البوتريتس.

وفى البروكلي تزداد الإصابة بأعفان الرؤوس التي تسـببها أنـواع عديـدة مـن الجنسـين Erwinia ، Pseudomonasبزيادة معدلات التسميد الأزوتى.

ويؤدى التسميد بسلفات الأمونيوم إلى خفض PH التربة بينما يؤدى التسميد بنترات الكالسيوم
أو البوتاسيوم إلى زيادة درجة PH التربة حول منطقة الجذور ويؤدى النيتروجين في صورة أمونيا إلى زيادة قابلية الطماطم للإصابة بمرض الذبول وأيضاً ذبول الجذور في الفاصوليا.

وعلى العكس فيؤدى النيتروجين النتراتي إلى زيادة الإصابة بمرض الجرب في البطـاطس، ولهذا فربما يرجع تأثيرات الأسمدة الأزوتية على المرض إلى انخفاض درجة الـPH علـى سطح الجذور.

وكذلك وجد أنه بزيادة التسميد الأزوتى تزداد الغضاضة بالأوراق والمجمـوع الخضري ممـا يجعل النباتات عائلاً مفضلاً للعديد من الحشرات الثاقبة الماصة مثل المن)والذبابة البيضـاء) وكذلك انتشار بعض الآفات الحشـرية مثـل نـاخرات الأوراق أو حـافرات الأوراق(ذبابـة الفاصوليا).

ويوضح الجدول التالي تأثير نوعية السماد الأزوتى (نتراتي أو أمونيومى) على شـدة الإصــابة ببعض الأمراض بمحاصيل الخضر.

جدول 1 أثر نوعية السماد النيتروجيني على شدة الإصابة بالأمراض

المحصول	المرض	المسبب	شدة الإصابة عند التسميد بأزوت	
			نتراتى	نشادرى
الفاصوليا	عفن الجذور	*Fusarium solani f.sp. phaseoli*	تنخفض	تزداد
	الذبول	*F.oxysporum f.sp. phaseoli*	تنخفض	تزداد
الفول الرومى	التبقع البنى	*Botrytis fabae*	تنخفض	تزداد
البسلة	عفن الجذور	*Aphanomyces euteiches*	تنخفض	تزداد
	عفن الجذور	*Pythium spp*	تزداد	تنخفض
عدة خضر	العفن الفحمى	*Macrophomina phaseolina*	تنخفض	تزداد
البطاطس	العفن الرايزكتونى	*Rhizoctonia solani*	تنخفض	تزداد
	الذبول	*Verticillium albo-atrum*	تزداد	تنخفض
	الجرب	*Streptomyces scabies*	تزداد	تنخفض
الطماطم	الذبول	*V.albo-atrum & v.dahliae*	تزداد	تنخفض
	الذبول	*F.oxysporum f.sp. lycopersici*	تنخفض	تزداد
	عفن الثمار والجذور	*Colletotrichum phomoides*	تزداد	تنخفض
	الذبول البكتيرى	*Pseudomonas solanacearum*	تزداد	تنخفض

ثانيا: التسميد الفوسفاتى

لوحظ أن زيادة التسميد الفوسفاتى تؤدى إلى انخفاض معدلا ت الإصابة ببعض أعفـان الجـذور (حسن ، 2000) وقـد وضـحDavis) وآخـرون 1994 (أن إصــابة البطــاطس
بفطـر الفيرتيسيلليوم *Verticillium dahliae* المسبب لمرض الذبول تنخفض بزيادة معدلات التسميد الفوسفاتى إلى 240 كجم لكل (1هكتار).

لوحظ أن له تأثير على تثبيط ومنع انتشار أمراض البياض الدقيقي Powdery Mildew وذلك في عديد من الدراسات.

عن (Revveni and Revveni – 1995)حيث وجد أنه أمكن اسـتخدام أحادي فوسـفات البوتاسيوم (MKP)في التأثير على فطريات البياض الدقيقي بالعنب وذلـك بـالرش المباشـر بالمركب أو بخلطه مع المبيدات الفطرية وكذلك الح ال في أشجار الخـوخ والتفـاح والمـانجو والفرعيات.

كما وجد أن له تأثيراً مثبط على البياض الدقيقي في القمح المتسبب عن Erysiphe graminis عن (Sherchand & Poulsen, 1985).

كما وجد (Mousa – 1997) انخفاض شدة الإصابة بالبياض الدقيقي بدرجات متفاوتة عند المعاملة بأملاح فوسفات البوتاسيوم الثلاثية حيث أكدت الدراسة أن لفوسفات البوتاسيوم الثنائية تأثيراً وقائياً وكذلك علاجياً لمقاومة البياض الدقيقي في الخيار وهو ما يسهم في القاء الضوء نحو استخدام مثل هذا المركب في عملية المقاومة المتكاملة لأمراض البياض الدقيقي أو أمراض المجموع الخضري للخيار كإحدى وسائل المقاومة الآمنة لأمراض النباتات.

وكذلك وجد أن لأملاح (الفوسفيت) دوراً هاماً حيث أن ملح فوسفيت البوتاسيوم ($K_3 PO_3$) (Potassium Phosphite)وهو ناتج من تفاعل البوتاسيوم مع حامض الفوسفورس $H_3 PO_4$ وله دور كبير في الوقاية من بعض الأمراض الفطرية.

لقد خضع دور فوسفات البوتاسيوم فوسفات (K) وتأثيره كمبيد فطرى إلى دراسات وأبحاث عديدة في السنوات الأخيرة بهدف كشف آلية عمله في النبات كمادة وقائية وعلاجية لبعض الأمراض الفطرية ، فقد اقترن فوسفاتK البوتاسيوم مؤخراً بمركبات تشكل أساساً لمبيدات فطرية مهمة تعتمد في أساسها على مادة "فوستيل " إذ يتشابه في آلية العمل والنتائج.

إن مادة " فوستيل " تندرج تحت قائمة المبيدات البيو كيميائية "Biochemical Pesticides " حيث يمكن استخدامه بشكل فعال في الزراعات النظيفة الآمنة الشبه عضوية التي تعتمد على استخدام أقل ما يمكن من المبيدات الكيميائية في مكافحة الأمراض الفطرية ، حيث له تأثير مباشر على الأمراض الفطرية إذ يمتد تأثيره من المكافحة إلى مساعدة النبات على بناءه وتقويه منظومة المقاومة الطبيعية Disease Natural Toleranceتجاه بعض الأمراض الفطرية.

لاحظ العديد من الباحثين نتائج مهمة عند استخدام فوسفيت البوتاسيوم في الوقاية من ومكافحة الأمراض الفطرية التالية– :

الأمراض **Diseases**	المحاصيل **Crops**
البياضالزغبى *Dwony Mildew Perenospora parasitica; phytophthara spp*	القرعياتCucurbits
اللفحةالمبكرة *Early Blight Alternaria solani* اللفحةالمتأخرة *Late Blight Phytophthara inferstans* عفن الجذوروغيرها *Rot Rot and others Phytophthora nicotiance*	البطاطس،الطماطم البطاطس الخضرية Potatoes tomatoes other vegetables
الفراولةStrawbery	عفن*Strawberry leather Rot* الجذور *Phytophthora cactorum*
عفن التاج الجذري *Apple cllar Rot Phytophthora Viticola*	التفاحApple
البياضالزغبى *Downy Mildew Plasmopora Viticola*	العنبGrapes
عفن جذورالحمضيات *Root Rot Phytophthora nicotianae var parassitica*	الحمضياتCitrus

عفن جذور *Root Rot Phytophthora cinnamomi*	الأفوكادو Avocado
Pineapple Root & HeartRot Phytophthora cinnamomi phytophthora parasitica	الأناناس Pineapple

فهو يعمل على رفع مستوى مقاومة النبات للأمراض الفطرية المختلفة.

التحسن الو اضح في عدد الأزهار والمحافظة على عقد الثمار في مختلف المحاصيل كالخيار ، الطماطم ، الباذنجان ، البطاطس ، الكوسا ، البطيخ ، والشمام وأصناف أخرى.

وكذلك يعمل على زيادة الجودة في المحاصيل نتيجة تمكين النبات من زيادة المواد الصلبة وتحسين خواص ثمار الحمضيات والخضراوات.

إن أملاح الفوسفات تعمل على اكساب النباتات المعاملة بها مقاومة جهازيه SAR فقد أدت معاملة نباتات الخيار والفاصوليا والذرة بأملاح الفوسفات إلى إحداث مقاومة جهازية ضدالاصابة المرضية.

(Gottsein and Kuc, 1989; Murray and Walters, 1992 and Reuveni et al., 1996)

وجد (Reuveni et al. 1998) أن رش السطح العلوى لأوراق نباتات الفلفل السفلية المزروعة في الصوبة والمحقونة بجراثيم الفطر *L. Taurica* بمحلول فوسفات أحادي البوتاسيوم (1٪) أدى إلى ظهور مقاومة محلية وجهازية ضد الاصابة بالبياض الدقيقي ، وقد أدت المعاملة إلى خفض المساحة من الورقة المغطاة بالنموات الفطرية المتجرثمة وإلى تقليل إنتاج الكونيديات على أنسجة الأوراق خلال 48 – 24ساعة من المعاملة.

أوضح (Orober et. al, 2002) أن الرش الموضعي بمركب الفوسفات ثنائية البوتاسيوم كان مؤثراً في استحداث مستوى عالي من الحماية الجهازية في نباتات الخيار ضد الفطر *Colletotricum Lagenarium* المسبب لمرض الأنثراكنوز.

ثالثا : التسميد البوتاسي

لوحظ أن للتسميد البوتاسي دوراً هاماً في زيادة اللجننة بالأوعية الخشبية والناقلة مما يقلل مـن حدوث ظاهرة الرقاد بالنباتات العشبية والنجيلية كالقمح والشعير وكذلك يلعب البوتاسـيوم دوراً هاماً في تنظيم الضغط الأسموزي داخل الخلايا وتراكم السكريات والكربوهيدرات مما يقلل مـن الاصابات الفطرية.

ويساهم التسميد البوتاسي في خفض معدلات الاصابة بالأمراض ومـن أهـم الأمـراض التي تنخفض شدة الاصابة بها مع زيادة معدلا ت التسميد البوتاسي ما يلى

المسببالمرضى	المرض	المحصول
الذبول	القاوون	*Fusarium oxysporum f. sp .*
الندوة المبكرة	الطماطم	*melonis*
الاصفرار	الكرنب	*Alternaria solani*
البيا ض الزغبي	القنبيط	*f. oxysporum f. sp. Conglutinans*
عفن الجذور	البسلة	*Peronospora parasitica*
الذبول البكتيري	الكاسافا	*Aphanomyces euteiches*
اللفحة البكتيرية	فاصوليا الليما	*Xanthomonas manihotis*
		Pseudomonas syringae

هذا ويعتقد أن الاصابة بأمراض الذبول تنخفض بزيادة معدلات التسميد البوتاسي كما هي الحال بالنسبة لمرض الذبول الفيزارى في الطماطم ، إلا انه لم يكن للتسميد البوتاسي أية تأثيرات علىكل من : ذبول فيرتسيلليم (المتسبب عن الفطر ***Verticillium albo atrum)*** والذبول البكتيري المتسبب عن البكتيريا ***Pseudomonas solanacearum*** ، والتسوس البكتيري المتسبب عن البكتيريا ***Clavibacter michiganensis s. sp. Michiganensis*** في الطمـاطم عـن.(Dixon, 1981)

كذلك أوضحت دراسات Elad) وآخرين 1993 (أن زيادة معدلات التسميد البوتاسي أدت إلـى خفض شدة الإصابة بكل من الأمراض التالية-:

المسبب	المرض	المحصول
Botrytis cinerea	العفن الرمادي	الخيار
Pseudomonas cubensis	البياض الزغبي	الخيار
B. cinerea	العفن الرمادي	الفلفل

ويظهر التسميد بالأسمدة البوتاسية تأثيراً ملحوظاً على الأمراض المتسببة بالفطريات الاختياريه ولكن نادراً ما يشاهد تأثيره على الفطريات الإجبارية.

وتظهر أمراض الذبول المتسببة عن الفطريات التي تسد الحزم الوعائية بشدة عندما يكون هناك نقص في البوتاسيوم وعلى العكس فإن زيادة البوتاسيوم تزيد غالباً المقاومة وعلى الأخص في الأصناف التي تكون مقاومتها متوسطة.

رابعا: الأسمدة الكبريتية

وتتعدد صورها ابتداء من مشتقات الكبريت الموجودة في شق السلفات بالأملاح السمادية المختلفة مثل (سلفات النشادر وسلفات البوتاسيوم وسلفات العناصر الصغرى " الحديد ، الزنك ، المنجنيز ، النحاس ، الكوبلت. (.... "

وكذلك الكبريت الزراعي والميكرونى والصورة الأخرى الخاصة بالكبريت مثل كالسيوم بولي سلفيد (سائل) ويلعب الكبريت دوراً هاماً في الحد من انتشار العديد من الأمراض الفطرية التي تصيب المجموع الخضري لعديد من النباتات علاوة على دوره المؤثر في التغذية.

وكذلك له تأثيراً كبيراً في خفض PH التربة وهذا يساهم في الحد من انتشار عديد من الأمراض الفطرية وكذلك تيسر العناصر الغذائية الموجودة بالتربة.

يكثر انتشار مرض جرب البطاطس– الذى يسببه فطر *Streptomyces* Scabies في الأراضي القلوية ، وتقل حدة هذا المرض بخفضPH التربة.(Yoshida, 1994)

ولهذا يمكن خفض PH التربة عن طريق إضافة الكبريت الزراعي عند إعداد الأرض للزراعة علاوة على أن استخدام (حمض الفوسفوريك) كمصدر للفوسفور في نظم الري بالتنقيط أو الرش يسهم في خفض درجة الـPH مما يجعل الوسط غير ملائم لانتشار مثل هذه الفطريات ، علاوة على أن الـ PH المنخفض يسهم في زيادة تيسر معظم العناصر الغذائية الصغرى
)حديد ، زنك ، منجنيز ، نحاس ، فوسفور. (

والكبريت له تأثيره الحامضي المميت للعديد من الآفات والحشرات فهو يؤثر على الحد من انتشار العناكب والأكاروسات على النباتات كما له تأثير متوسط على الينماتودا.

خامسا: الأسمدة المحتوية على كالسيوم

يلعب الكالسيوم دوراً هاماً في زيادة صلابة وتماسك الأنسجة النباتية مما يجعل النباتات تقاوم العديد من الأمراض الحقلية مثل ذبول فيرتسيلليم في الطماطم وكذلك له دوراً كبيراً في صلابة الثمار مما يحسن من جودتها وتحملها للتداول والتخزين ويقلل حدوث الأعفان بالثمار خصوصاً بعد الحصاد علاوة على استخدامه في معاملة الثمار بعد الحصاد في صورة محاليل تنقع بها الثمار من كلوريد الكالسيوم أو ترش بها لتقليل معدلات الإصابة الفطرية بها وتقليل ظهور أمراض التخزين بها وذلك بالاهتمام بالتسميد بمركبات الكالسيوم (نترات الكالسيوم) والرش بواسطة الكالسيوم المخلبي.

سادسا : العناصر الصغرى

لوحظ أن لها تأثيرا ً مطهرا ً للعديد من الفطريات والبكتيريا التي تصيب المجموع الجذري أو الخضري.

وعلى سبيل المثال نلاحظ أن مركبات(الزنك) (أكسيد الزنك أو كبريتات الزنك) لها تأثيراً مطهراً فطرياً وكذلك الحال بالنسبة لمركبات النحاس (كبريتات النحاس) فيمكن إضافتها مع ماء الري لمنع تكوين الفطريات الضارة بالتربة مع مراعاة استخدام التركيز الأمثل حتى لا يحدث سمية للنباتات المعاملة بها فيستخدم من (10 – 5كجم/للفدان) مع ماء الري أو رشاً بتركيز من 0.92 – كجم/ 400لتر ماء.

وكذلك الحال بالنسبة لعنصر (البورون) فله تأثيراً مطهراً وهو ما يظهر في البوراكس Borax (Na2 B4 O7.10 H2O)ولابد أن يتم الحذر التام في استخدامه حيث أن التركيزات القليلة منه قد تحدث سمية لبعض النباتات الحساسة للبورون.

فهو إما أن يضاف للتربة بمعدل من 8 – 2كجم/ فدان مع ماء الري أو رشاً بتركيز من 0.9– 1.5كجم/ 400لتر ماء.

السيليكون (Si)لوحظ أن له تأثيراً على انخفاض معدل الإصابة ببعض الفطريات مثل تأثيره على تثبيط فطر البياض الدقيقي Powdery Mildew على أوراق العنب عن(Bowen1992) وذلك باستخدام السيليكون الذائب بالرش الورقي بتركيز 17مللى مولار سليكون.

وكذلك لوحظ أن للسيليكون تأثيراً على تقليل نسبة الإصابة بأمراض البياض الدقيقي في القرعيات وعلى الأخص في الخيار والشمام والكوسا وذلك باستخدام سليكات البوتاسيوم رشاً بتركيز 34 – 17 مللى مولار أحدثت تأثيراً في تقليل الإصابة بالبياض الدقيقي (عن.(Menzies et. al, 1992

وأظهر البحث أن السيليكون هو العنصر الفعال في سليكات البوتاسيوم الذى أبدى تأثيره على تقليل الإصابة بالفطر.

هذا ويلاحظ أن بعض الاصابات المرضية والحشرية تؤدى لظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر كما هو الحال في : (عن حسن ، 1996).

تؤدى الاصابة بـ	إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص عنصر
اصابة الجذور والحزم الوعائية	النيتروجين وأحياناً البوتاسيوم
اصابات حشرية	البورون(تشوهات، وتشجيع نمو البراعم الجانبية)
المن	البورون، وأحياناً البوتاسيوم
العنكبوت الأحمر	يظهر لون برونزى شاحب يخفى معه أعراض نقص بعض العناصر
اصابات مرضية وحشرية كثيرة	المنجنيز ، وربما الحديد
الرايزكتونى البطاطس	الكالسيوم(التفاف حواف الأوراق العلوية)
فيروسات الاصفرار	المغنيسيوم

كما تؤدى المعاملة بالمبيدات والأسمدة أحياناً إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر ، مثال ذلك:

1. قد يصاحب الرش ببعض المبيدات ظهور أعراض ، كالتلون باللون الأصفر ، أو تلون بين العروق باللون البنى ، وكذلك تلون حواف الأوراق باللون البنى ، وهى أعراض تتشابه مع أعراض نقص النيتروجين والكالسيوم ،والبوتاسيوم ، والمغنيسيوم.
2. قد تحدث أضرار من الأسمدة ، كتلون بين العروق باللون البنى ، ويتشابه ذلك مع أعراض نقص البوتاسيوم.

الـفـصل الــرابــع

أولاً : الطرق الحديثة لإضافة الأسمدة المعدنية مع الرى .

ثانياً : إدارة نظم التسميد وإضافة الكيماويات خلال أنظمة الرى .

ثالثاً : التسميد الورقى أو التغذية الورقية .

الطرق الحديثة لإضافة الأسمدة المعدنية

µ :

نظراً لطبيعة الأراضى المستصلحة حديثاً حيث أن معظمها أراضى رملية أو جيرية أو ملحية فقد تعددت طرق إضافة الأسمدة وتطورت بدرجة عالية وذلك للحفاظ على العناصر السمادية من الفقد بالتربة عن طريق الغسيل أو التثبيت على حبيبات التربة وكذلك لتلافى العوامل الخاصة بالظروف البيئية الصعبة من حرارة شديدة وبرودة التى تحدث تحولات ببعض الأسمدة والتى قد تؤثر عليها بالفقد أو قلة كفائتها ، علاوة على ندرة المياه المستخدمة فى الرى ولهذا يتم الاستعانة بهذه الطرق الحديثة نظراً لما لها من مزايا عديدة والتى من أهمها الترشيد فى استخدام الأسمدة وكذلك مياه الرى علاوة على أنها توفر الكثير من الجهد والوقت إلا أنها تحتاج إلى نظم ادارة خاصة ومراعاة العديد من العوامل والتى سوف يتم سردها فى هذا الباب ، وسوف يتم التركيز هنا على :-

1. نظام التسميد مع الرى (الرسمدة) Fertigation .
2. نظام التسميد الورقى Foliar Fertilization .

وهما من أكثر النظم المتبعة حالياً بالأراضى الجديدة وذلك من خلال وضع برامج يعبر بها عن كميات الأسمدة وأنواعها والتى تضاف فى وقت معين من المراحل المختلفة لنمو النباتات للوصول للمحصول الأمثل فى الكم والجودة .

أولا : إضافة الأسمدة المعدنية خلال نظم الرى **(Fertigation)**

حيث يطلق على تسميد النباتات من خلال مياه الرى Fertigation ذلك من خلال وضع برنامج يعبر عن كميات الأسمدة وأنواعها التى تضاف فى وقت معين من المراحل المختلفة لنمو النبات للوصول إلى المحصول الأمثل فى الكم والجودة .

ويراعى عند وضع برنامج تسميد من خلال مياه الرى :-

- إضافة الأسمدة بالطريقة والمعدل والمناوبة التى تناسب طريقة الرى المستخدمة ومعدلات مياه الرى والخواص الطبيعية للتربة ، لتقليل فاقد الأسمدة بالغسيل أو التطاير .
- اختبار أنواع الأسمدة والتحكم فى درجة حموضة مياه الرى بما يناسب خواص التربة (الحموضة محتواها من كربونات الكالسيوم النشط) لتقليل تفاعلات الترسيب بين الأسمدة ومكونات التربة .
- استخدام الطرق المناسبة لإذابة الأسمدة المضافة وفصل الرواسب ، بحيث لا ينـدفع فـى شبكة الرى إلا رائق الأسمدة لتقليل احتمالات انسداد الشبكة .

- إضافة الاحتياجات السمادية فى التوقيت المناسب وبالكمية والنسبة السمادية التى تتناسب معا لقدرة الإنتاجية للأرض ، ومرحلة النمو وعمر النبات ودرجة تحملها للملوحة ، لتقليل احتمال تعرض النبات لمشاكل الملوحة .
- العمل على زيادة كفاءة توزيع السماد فى منطقة انتشار الجذور ، والعمل على تحقيق أكبر عائد اقتصادى .

ولوضع برنامج سمادى ناجح من خلال مياه الرى يجب أخذ العوامل التالية فى الاعتبار :-

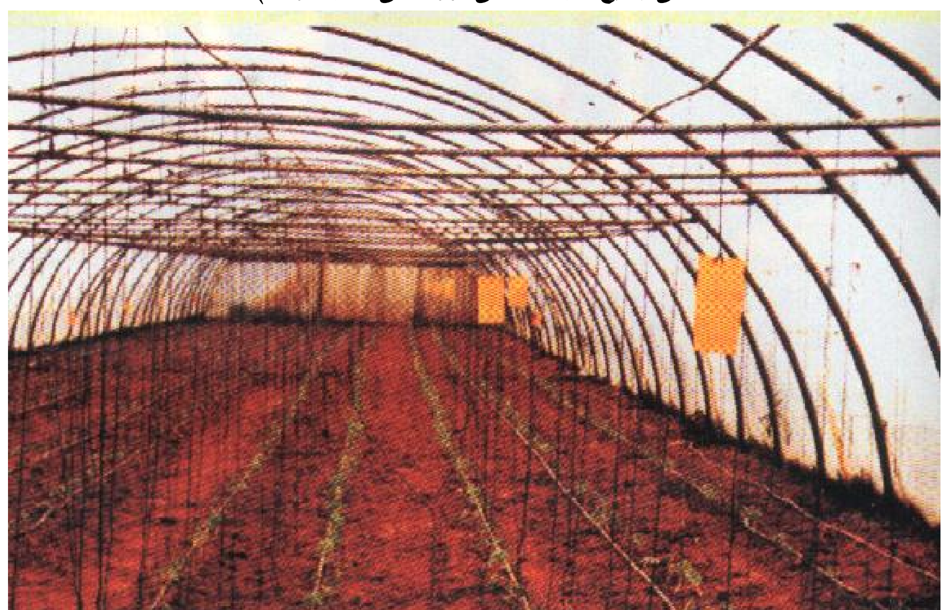
- التركيب الكيماوى لمياه الرى .
- نوعية السماد (نسبة العنصر السمادى ، الكمية ، نسبة النقاوة والشوائب ، امكانية الخلط) .
- نوعية التربة (حالة الصرف ، الخواص الكيماوية والطبيعية ، درجة الحموضة PH ، الخصوبة ونسبة المادة العضوية ، محتوى العناصر الغذائية بها ، نسبة الجبس والجير النشط .
- العوامل المناخية (درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح ، شدة الاضاءة) .
- النبات (النوع ، الصنف ، العمر ، المحصول المتوقع ، توزيع الجذور ، التحمل للملوحة ، طول موسم النمو ، مرحلة النمو ، معدل الاستهلاك المائى خلال مراحل النمو المختلفة) (يتم الاسترشاد بالنظم الخبيرة فى هذا المجال) .
- العوامل الاقتصادية (تكاليف جميع مدخلات برنامج التسميد والعمالة والعائد المتوقع) عن (إبراهيم ، 1990) .

أما عن برنامج التسميد من خلال الرى فيتوقف على :-

- نوعية مياه الرى (خاصة محتواها من الكالسيوم والصوديوم والكبريتات والكلوريد) .
- الصرف الجيد (سواء كان طبيعياً أو صناعياً) .
- إضافة الاحتياجات الغسيلية الملائمة (تتوقف على نوع مياه الرى ونوع النبات) .
- استخدام الطرق المناسبة لإذابة وترويق الأسمدة شحيحة الذوبان (مثل سلفات البوتاسيوم ونترات الجير) .
- إضافة الأحماض بالكميات المناسبة (حتى ينخفض PH مياه الرى إلى 5.5 – 6 لغسيل شبكة الرى ومنع انسداد شبكة الرى) ، وتفضل أحماض النيتريك تركيز 55 – 60٪ والكبريتيك والفوسفوريك بجانب أنها مصادر غذائية ، كما أنها تعمل على خفض PH التربة مما ييسر امتصاص العناصر الغذائية خاصة الصغرى .



شكل ( ) يوضح حقن الأسمدة فى شبكة الرى بمعدلات منتظمة (حتى توزع الاحتياجات السمادية بانتظام على جميع النباتات التى تروى فى نفس الوقت)



شكل ( ) يوضح نظام الحقن بالتنقيط داخل إحدى الصوب نقلاً عن (إبراهيم ، 2000)

ويتم ذلك بعدة طرق أهمها :-

- استخدام جهاز لحقن الأسمدة بالمعدلات المطلوبة .
- التحكم فى صمام خروج الأسمدة المركز من السماد إلى شبكة الرى .

يبدأ دفع الأسمدة بعد بدء الرى بعدة دقائق ، وينتهى أيضاً قبل عدة دقائق من نهاية الرى (تبلغ هذه الدقائق 5 – 10٪ من وقت الرى) ، ويتم قياس درجة الملوحة فى عينة من مياه الرى بعد دفع الأسمدة فيها للاستدلال على انتهاء دفع السماد من وإلى شبكة الرى وسوف يتم شرح ذلك بالتفصيل تباعاً .

والآن

كيف يمكن قياس تركيز العناصر الغذائية فى الأسمدة ومياه الرى ؟

يمكن قياس تركيز العناصر الغذائية فى الأسمدة ومياه الرى بعدة طرق :-

- كنسبة مئوية (٪) : وهى تساوى وزن 1 جم سماد ، أو عنصر فى 100 سم^3 من الماء .
- بالملليجرام/لتر ، أو بالجزء فى المليون PPM : ويتم تحضير محلول تركيز 1 جزء فى المليون بإذابة 1 جم من المادة فى 1م^3 من الماء (10000 لتر ماء) ولتحويل النسبة المئوية ٪ لتركيز عنصر فى السماد إلى ملليجرام/لتر (PPM) تستخدم المعادلة التالية :-

  التركيز بالملليجرام فى اللتر (PPM) = التركيز كنسبة مئوية (٪) × 10000

ويمكن قياس الأملاح الكلية الذائبة فى المياه بقياس التوصيل الكهربى لمحلول الرى EC ويعبر عنه بالملليموز/سم عند درجة 25°م ويتم القياس بجهاز التوصيل الكهربى (EC. Meatar) .

وتستخدم المعادلة التالية لتحويل الملليموز/سم إلى جزء من المليون :-

التركيز بالجزء فى المليون (PPM) = التركيز بالملليموز/سم × 640

ويستفاد أيضاً من هذه المعادلة فى معرفة تركيز الأملاح فى مياه الرى ومستخلص التربة لمعرفة درجة الملوحة بها .

ولوضع برنامج سمادى حقيقى يعبر عن الاحتياجات الفعلية للنبات يجب الاستفادة من نتائج تحليل التربة والنبات ، وتعديل البرنامج السمادى المتبع ، **كما هو فى الجدول التالى :-**

مستوى العنصر في الأرض أو النبات	التعديل في برنامج التسميد
منخفض جداً	يضاف العنصر بزيادة كميته من 50 – 100٪ لبرنامج التسميد المتبع .
منخفض	يضاف العنصر بزيادة كميته من 25 – 50٪ لبرنامج التسميد المتبع .
عادى	لا يلزم تعديل برنامج التسميد وكمية العنصر المضافة كافية .
مرتفع	تنخفض كمية العنصر المضافة فى برنامج التسميد المتبع بنسبة 25 – 50٪
مرتفع جداً	تنخفض كمية العنصر المضافة فى برنامج التسميد المتبع بنسبة 50 – 100٪

وسوف يتم تناول هذا الموضوع تباعاً بالتفصيل لمعرفة أهمية تحليل عينة التربة والنبات وما هى الدلائل المستفادة من ذلك حيث أنها فى غاية الأهمية وذلك فى الفصل الخاص بتقدير الاحتياجات السمادية .

أهم المصادر السمادية
المستخدمة فى نظام الرسمدة (**Fertigation**)
(إضافة السماد مع ماء الرى)

إن عملية حق الأسمدة مع ماء الرى بحيث تحتوى على معظم الاحتياجات الغذائية هى إحدى النظم الحديثة والمثالية فهى نموذج أمثل للإضافة إلا أنه يجب أن يراعى فى ذلك النظام نوعية الأسمدة المستخدمة وخواصها والتركيز المستخدم منها ومدى صلاحيتها لهذا النظام من عدمه فلابد أن تكون ذات مواصفات خاصة أهمها درجة الذوبان العالية ونوعية السماد من حيث معامل الملوحة والحموضة .

أهم الخصائص الواجب توافرها بالأسمدة المستخدمة فى نظام الرى مع التسميد :-

1. ألا تسمح بحدوث ترسيبات داخل شبكات الرى .
2. آمنة الاستخدام فى الحقل .
3. ليس لها تأثيرات جانبية ضارة على الأرض والنبات .
4. كاملة الذوبان فى الماء .
5. لا تتفاعل مع المركبات أو الأسمدة الأخرى التى تضاف معها خلال مياه الرى.
6. معامل الملوحة لها Salt Index منخفض وكذلك الـ PH المنخفض (حامضية التأثير) تفضل فى الاستخدام .

ولذلك فإنه يجب التعامل مع الأسمدة كل على حسب كفاءتها للإضافة من خلال مياه الرى .

وعموماً فإن الأسمدة الذائبة فى الماء أو الرائقة أو المحتوية على عنصر أو عناصر غذائية فى صورة سائلة تكون ملائمة للاستخدام والإضافة من خلال أجهزة حقن الأسمدة .

وهناك العديد من أنواع الأسمدة الصلبة أو السائلة للعناصر الغذائية المختلفة فى صورة منفردة أو مركبة أو معقدة قابلة للذوبان فى الماء – فهناك عديد من الأسمدة الصلبة الجافة التى يمكن إذابتها بمعدل 50 كيلو لكل 100 لتر ماء ، مثل اليوريا ونترات البوتاسيوم ويمكن ضخ هذا المحلول مباشرة فى شبكة الرى ويمكن أيضاً وضع السماد الصلب فى خزان الضغط والذى يمر من خلاله مياه الرى مندفعاً وباستمرار ليذيب جزء من هذا السماد ويدفعه إلى شبكة الرى على دفعات حتى يتم إضافته بالكامل سيتم سرد ذلك بالتفصيل فى إدارة نظم التسميد .

وفيما يلى أهم مصادر التسميد التى يمكن إضافتها من خلال مياه الرى :-

أولاً : <u>العناصر السمادية الرئيسية (N-P-K)</u>

وهى تتوافر إما فى صورة منفردة أو فى صورة أسمدة مركبة تحتوى على العناصر الثلاث ولكن بنسب وتركيزات مختلفة على حسب حاجة النباتات الغذائية .

أ) الأسمدة النيتروجينية :

هناك العديد من مصادر التسميد النيتروجينى (الأزوتى) إلا أنه يمكن تحديد مدى صلاحية أى منها للإضافة من خلال مياه الرى حسب درجة وسيولة الذوبان فى الماء – وعلى ذلك يمكن بصفة عامة تقسيم المصادر السمادية إلى مجموعتين كما يلى :–

1. أسمدة سهلة الذوبان فى الماء وتلائم الإضافة خلال مياه الرى .
2. أسمدة صعبة الذوبان فى الماء ولا تلائم الإضافة خلال مياه الرى .

1) اسم السماد	٪ ن	**2)** السماد	٪ ن
أسمدة سهلة الذوبان فى الماء		أسمدة صعبة الذوبان فى الماء	
حامض النيتريك	15	سلفات النشادر	20
اليوريا	46	نترات الجير المصرى	15.5
نترات النشادر	33	نترات النشادر الجيرية	31
نترات الكالسيوم	15.5		
نترات البوتاسيوم	13.8		
سلفات النشادر النقى	20.6		
أحادى فوسفات الأمونيوم (MAP)	12		
ثنائى فوسفات الأمنيوم (DAP)	20		

وفيما يلى بعض العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السمادية :-

1) عادة لا يتسبب عن حق الأسمدة النيتروجينية فى تيار مياه الرى أية مشاكل طالماً أنها سهلة الذوبان ولا تحتوى على عنصر الكالسيوم ، وتتميز الصور النتراتية واليوريا بسهولة حركتها فى التربة مع حركة المياه وبالتالى يجب مراعاة أنها قابلة للفقد بسهولة بالغسيل عند زيادة معدلات الرى ، أما الصورة الأمونيومية مثل سلفات النشادر فهى اقل قابلية للحركة فى التربة نتيجة لتحولها إلى الصورة المتبادلة وقد تفقد بالتطاير فى الأراضى الغنية بالجير (بكربونات الكالسيوم) أو ذات رقم الحموضة المرتفع (**القلوية**) أو عند انخفاض مستوى الرطوبة بالتربة ، ويمكن التقليل من تطاير الأمونيا عند إضافتها مع الأسمدة العضوية وعدم تعرض التربة للجفاف ، أى أنه يتوقع تطاير الأمونيا بدرجة أكبر عند إضافتها تحت نظم الرى بالغمر خاصة فى الأراضى الخفيفة القوام بالمقارنة بإضافتها تحت نظم الرى الحديثة .
2) يستخدم حامض النيتريك كمصدر للتسميد النيتروجينى بالإضافة إلى تأثيره على خفض درجة حموضة مياه الرى (رقم PH) مما يساعد على تقليل فرصة ترسيب الأملاح فى شبكة الرى وبالتالى منع انسداد فتحات الرى سواء فى نظام الرى بالتنقيط أو الرش – كذلك فإن الرى بمياه محمضة يؤدى إلى خف مؤقت فى درجة حموضة محلول التربة مما يؤدى إلى زيادة درجة تيسر العناصر الغذائية فى بيئة نمو النبات .

ويمكن استخدام حامض النيتريك بالتركيز المناسب لخفض درجة حموضة مياه الرى إلى حوالى PH (6) ، وعموماً فإنه يمكن استخدام حامض النيتريك بصفة مستمرة بتركيز 0.3 سم^3 ولفترات طويلة دون الإضرار بنمو النبات أو التربة أو شبكة الرى علاوة على أنه يحتوى على حوالى 15٪ نيتروجين ، كما أنه يساعد على تحرر الكالسيوم المرتبط والغير ميسر بالأراضى الجيرية.

حيث يفيد استخدام حمض النيتريك فى الأراضى الكلسية المرتفعة النسبة من الكالسيوم الغير ميسر حيث يتفاعل مع الكالسيوم ويحوله إلى نترات كالسيوم وهى صورة سهلة ميسرة للنبات .

3) تعتبر أسمدة اليوريا ونترات النشادر من أكثر مصادر التسميد النيتروجينى استخداماً للإضافة من خلال مياه الرى لما تتميز به هذه المركبات من درجة ذوبان عالية – ويفضل استخدام سماد اليوريا كمصدر أساسى للتسميد النيتروجينى خلال مرحلة النمو الخضرى وبصفة خاصة تحت ظروف انخفاض درجة حرارة الجو عن 25م – ويقلل استخدامه فى الأجواء الحارة وبصفة عامة لا يفضل استخدام اليوريا خلال مرحلة ما بعد العقد أو أثناء نضج الثمار حيث يؤدى استخدامها إلى اتجاه النبات إلى تكوين نموات خضرية جديدة وصغر حجم الثمار وبطئ النضج أو عدم اكتماله أحياناً .

4) تعتبر أسمدة نترات البوتاسيوم ونترات الكالسيوم **(يضاف بمفرده)** من أفضل مصادر التسميد النيتروجينى للإضافة من خلال مياه الرى خاصة خلال مرحلة ما بعد العقد أو أثناء نضج الثمار – إلا أن هذه الأسمدة غير متوفرة فى مصر والموجود منها يباع بأسعار مرتفعة – وقد يؤدى التوسع فى استخدام نظم حقن الأسمدة من خلال مياه الرى إلى زيادة الطلب عليها مما يشجع على استيرادها أو إنتاجها محلياً أو حتى إنتاجها للاستخدام الزراعى تحت ظروف الحقل مباشرة إلا أنه بدأ الآن تصنيع وانتشار نترات الكالسيوم السائلة والصلبة **(أبو طاقية)** .

ومن الجدير بالذكر أن لا يمكن الاستغناء عن إضافة نترات الجير المصرى كمصدر رئيسى للنيتروجين خلال مرحلة ما بعد العقد فى عديد من المحاصيل مثل الباذنجانيات والقرعيات والموز والعنب ... خاصة النامى منها تحت ظروف أراضى الوادى والأراضى حديثة الاستصلاح وذلك لتفادى ظاهرة تعفن الطرف الزهرى والتى قد يكون لنقص الكالسيوم الميسر فى بيئة النمو دوراً رئيسياً فيها وكذلك لزيادة صلابة وجودة الثمار .

وعلى أية حال فإنه يفضل إضافة نترات الجير سراً تحت النباتات فى حالة الرى بالرش أو تحت النقاطات فى حالة الرى بالتنقيط – وفى حالة عدم توفر العمالة الكافية فإنه يجب إذابة هذا السماد فى الماء بنسبة لا تزيد عن 1 : 10 ثم فصل الرائق بعد الترشيح من خلال القدر المناسب من قطع الشاش أو شرائح الإسفنج الصناعى ثم يضاف إلى الرائق

حامض النيتريك (60٪) بنسبة 1 لتر من الحامض المركز لكل 200 لتر من الرائق قبل الضخ فى شبكة الرى ويجب أن يضخ بمفرده وهذا هو الأفضل .

5) لا يفضل استخدام أسمدة سلفات النشادر أو نترات الجير المصرى أو نترات النشادر الجيرى للإضافة خلال مياه الرى نظراً لبطئ أو صعوبة ذوبانها فى الماء نتيجة احتوائها هذه الأسمدة على قدر غير قليل من الشوائب صعبة الذوبان فى الماء مثل الجير والأتربة أو فى حالة استخدامها لابد من تذويبها أولاً كما سبق .

أما سلفات النشادر النقية أو ما يطلق عليها المستورد فيمكن إضافته من خلال مياه الرى ولكن هذا السماد غير متوفر فى مصر بدرجة كافية (**الروسى أو البلجيكى**) .

وعموماً فإنه يفضل استخدام سماد سلفات النشادر للإضافة إلى التربة مع الأسمدة العضوية خلال الخدمة الشتوية أو أثناء عمليات التجهيز للزراعات الجديدة حيث تساعد على الإسراع من تحلل الأسمدة العضوية أو تحقن مع ماء الرى ويراعى نقاوتها .

6) يفضل إضافة 20٪ : 10٪ من احتياجات النباتات من الأسمدة النيتروجينية إلى التربة مباشرة مع السماد العضوى فى صورة سلفات نشادر خلال عملية التجهيز للزراعات الجديدة أو خلال عمليات الخدمة الشتوية لأشجار الفاكهة فى أراضى الوادى والأراضى الصحراوية حديثة الاستصلاح على الترتيب .

ب. الأسمدة الفوسفاتية :

هناك العديد من مصادر الأسمدة الفوسفاتية التى يمكن استخدام البعض منها للإضافة من خلال مياه الرى وتتحدد مدى صلاحية أى من هذه المصادر للإضافة من خلال مياه الرى على حسب درجة وسهولة الذوبان فى الماء .

اسم السماد	٪ فو$_2$أ$_5$	اسم السماد	٪ فو$_2$أ$_5$
1) أسمدة سهلة الذوبان فى الماء تستخدم مع نظم الرى بالتسميد		2) أسمدة صعبة الذوبان فى الماء لا تستخدم مع نظم الرى بالتسميد	
حامض الفوسفوريك 75٪	54	سوبر فوسفات عادى	15
مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP)	52	سوبر فوسفات مركز	45.5
دى بوتاسيوم فوسفات (DKP)	40	تربل فوسفات	37
مونو أمونيوم فوسفات (MAP)	61		
دى أمونيوم فوسفات (DAP)	53		

وفيما يلى بعض العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السمادية :-

1- بصفة عامة يجب الاحتياط عند إضافة الأسمدة الفوسفاتية من خلال مياه الرى – فيؤدى زيادة تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم مع ارتفاع رقم الحموضة PH فى ماء الرى إلى ترسيب الفوسفات فى صورة فوسفات ثلاثى الكالسيوم أو فوسفات المغنيسيوم مما يؤدى إلى مشاكل الانسداد ولهذا يجب مراعاة غسيل الشبكة جيداً أولاً بأول حتى لا يحدث انسداد بالنقاطات .

2- يستخدم حامض الفوسفوريك للإضافة من خلال مياه الرى كمصدر للتسميد الفوسفاتى اللازم لنمو النبات حيث يتميز بأنه فى صورة سائلة سهلة الذوبان فى الماء ويحتوى على تركيز عالى من الفوسفات ويتميز أيضاً بتأثيره الإيجابى على خفض درجة حموضة محلول الرى وبالتالى محلول التربة ولو لأوقات محدودة وهذا الانخفاض فى درجة الحموضة PH يساعد على عدم ترسيب الفوسفات فى حالة تواجد الكالسيوم والمغنيسيوم فى ماء الرى كذلك يؤدى الانخفاض فى رقم الحموضة إلى سهولة حركة الفوسفات فى التربة بالمقارنة بمصادر الفوسفات الأخرى ، وهذه المميزات مطلوبة بدرجة كبيرة تحت ظروف الأراضى المصرية – ويمكن إضافة حامض الفوسفوريك 80٪ (لونه مائى ويميل إلى الاخضرار الفاتح جداً ويطلق عليه أحياناً حامض الفوسفوريك المستورد) صينى وهناك بديل محلى يصنع فى أبو زعبل للأسمدة خلال مياه الرى بالمعدل المناسب لخفض رقم الحموضة إلى الحد المطلوب – ويمكن استخدام هذا الحامض بصفة مستمرة بتركيز لا يزيد عن 0.2 سم^3 ولفترات طويلة دون حدوث أية أضرار بنمو النبات أو التربة أو شبكة الرى .

ويجب مراعاة عدم استخدام حامض الفوسفوريك التجارى ذو اللون البنى حيث يحتوى على نسبة كبيرة من الشوائب غير الذائبة فى الماء مثل الجيبس والسوبر فوسفات وأكاسيد الحديد – ويؤدى استخدام هذا الحامض إلى التدهور السريع فى شبكة الرى ، ولهذا يتم تنقية حمض الفوسفوريك المحلى (المصرى) الآن باتفاق مع هيئة الطاقة الذرية للتخلص من الشوائب حتى لا يحدث استخدامه مشاكل بشبكة الرى .

3- أسمدة مونو والداى بوتاسيوم فوسفات (MKP ، DKP) ومونو وداى أمونيوم فوسفات (MAP ، DAP) حيث أنها سهلة الذوبان فى الماء ويمكن إضافتها من خلال مياه الرى كمصدر للتسميد الفوسفاتى والبوتاسى أو الفوسفاتى والنيتروجينى – ولا يفضل استخدام مونو أو داى بوتاسيوم فوسفات تحت ظروف الأراضى المصرية نظراً لتأثيرها القلوى على محلول الرى ولهذا يفضل معاملتها أو خلطها بأحد الأحماض لخفض الـ PH وتيسر امتصاصها بالتربة ويفضل استخدام مونو ودى أمونيوم فوسفات (**MAP-DAP**) تحت هذه الظروف نظراً لتأثيرها الحامضى على محلول الرى وكذلك محلول التربة ، وعموماً

فإن هذه المصادر السمادية لا تنتج فى مصر وتستورد من الخارج وتستخدم الآن على نطاق واسع ، علاوة على دخولها فى تصنيع الأسمدة المركبة .

4- لا تصلح أسمدة **(سوبر الفوسفات العادى)** و**(سوبر الفوسفات المركز)** و**(تربل الفوسفات)** للإضافة خلال مياه الرى نظراً لاحتوائها على نسبة عالية من المواد صعبة الذوبان فى الماء مثل الجيبس (كبريتات الكالسيوم) وفوسفات ثلاثى الكالسيوم ، ويعتبر سماد سوبر الفوسفات العادى أقل الأسمدة الفوسفاتية المذكورة ذوباناً فى الماء ، ويرجع ذلك إلى احتواء سوبر الفوسفات العادى على 60٪ جبس ناشئ عن إذابة صخر الفوسفات (هيدروكسى اباتيت) فى حامض الكبريتيك أثناء عملية تحضير السوبر فوسفات العادى ولهذا يوضع ____ مع إعداد الأرض للزراعة .

5- ويفضل استخدام سماد سوبر الفوسفات العادى للإضافة إلى التربة مباشرة خلال عملية التجهيز للزراعات الجديدة أو خلال عمليات الخدمة الشتوية خاصة فى أراضى الوادى وكذا الأراضى الصحراوية عند التجهيز للزراعة ويرجع ذلك إلى إمكانية الاستفادة من محتوى هذا السماد من الجيبس فى تحسين الخواص الطبيعية لمثل هذه الأراضى ويفضل استخدام سوبر الفوسفات المركز وتربل الفوسفات لنفس الغرض فى الأراضى الصحراوية حديثة الاستصلاح وذلك لارتفاع نسبة الفوسفات بكل منهما وبالتالى توفير تكاليف النقل لوحدة الفوسفات وفى جميع الحالات يفضل إضافة هذه الأسمدة الفوسفاتية مع السماد العضوى عند إعداد التربة للزراعة .

6- يمكن استخدام مركبات الفوسفات العضوية للإضافة من خلال مياه الرى بدون حدوث أية مشاكل ترسيب حتى فى وجود الكالسيوم والمغنيسيوم أو ارتفاع رقم الحموضة بمياه الرى ، ومركبات الفوسفات العضوية لها القدرة على الحركة خلال التربة لعدة سنتيمترات قبل أن تتحلل مائياً إلى أيون الارثوفوسفات إلا أنها غير شائعة الاستخدام بمصر .

ومن أهم مركبات الفوسفات العضوية التى تستخدم لهذا الغرض :-

حامض جليسروفوسفوريك – جليسروفوسفات الكالسيوم – جليسروفوسفات المغنيسيوم – جليسروفوسفات البوتاسيوم – وهذه المركبات كاملة الذوبان فى الماء إلا أنها مرتفعة الثمن ، ونظراً لأهمية استخدام هذه المركبات فهناك اتجاه لتصنيعها محلياً للأغراض الزراعية إلا أنها ما زالت غير منتشرة .

جـ) الأسمدة البوتاسية :

هناك العديد من مصادر الأسمدة البوتاسية التى يمكن استخدام البعض منها للإضافة من خلال مياه الرى وتتحدد مدى صلاحية أى من هذه المصادر للإضافة من خلال مياه الرى على حسب درجة وسهولة الذوبان فى الماء .

وعلى الرغم من أن عنصر البوتاسيوم يتبادل على معقد التربة إلا أنه قابل للحركة فى التربة ولكن بدرجة أقل نسبياً من النيترات أو اليوريا أو الأمونيا .

السماد (K_2O)	٪ بو 2 أ	السماد (K_2O)	٪ بو 2 أ
أسمدة سهلة الذوبان فى الماء تستخدم مع نظم الرى بالتسميد		أسمدة صعبة الذوبان فى الماء لا تستخدم مع نظم الرى بالتسميد	
نترات البوتاسيوم KNO_3	46	سلفات البوتاسيوم (تجارية)	48
مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP)	34	كلوريد البوتاسيوم (غير النقية)	63
دى بوتاسيوم فوسفات (DKP)	54		
بوتاسيوم هيدروكسيد (KOH)	83.9		
كربونات بوتاسيوم K_2HCO_3	68.2		
سلفات بوتاسيوم نقية (سلوبوتاس)	51		

وفيما يلى بعض العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام هذه المصادر السمادية :-

1) يعتبر نترات البوتاسيوم (KNo_3) من أفضل مصادر التسميد البوتاسى والتى يمكن اضافتها من خلال مياه الرى نظراً لسهولة ذوبانها فى الماء وبالرغم من عدم توفر هذا السماد فى مصر فإنه يمكن تحضيره فى الحقل مباشرة وبالطريقة التى تسمح باستخدامه كسماد فقط مع توفير الاحتياطات اللازمة لذلك حيث أنه يمكن أن ينتج عنه انفجار فى حالة الاستخدام الخاطئ .
2) يعتبر سماد مونو بوتاسيوم فوسفات (MKP) وداى بوتاسيوم فوسفات (DKP) من أفضل مصادر التسميد البوتاسى والفوسفاتى فى نفس الوقت – إلا إنه قد سبق ذكر أن هذه الأسمدة ذات تأثير قلوى ولا يفضل استخدامها تحت ظروف الأراضى المصرية ويمكن استخدامها بعد تخفيض الـ PH لها باضافة حمض النيتريك المخفف إليها .
3) لا يمكن استخدام بوتاسيوم هيدروكسيد أو كربونات بوتاسيوم مباشرة كمصادر للتسميد البوتاسى نظراً لتأثيرهما القلوى على محلول الرى ومحلول التربة – إلا إنه يمكن استخدام هذه المركبات لتصنيع نترات البوتاسيوم وبالتالى الأسمدة المركبة السائلة أو معادلة تأثيرها القلوى أولاً باستخدام أحد الأحماض العضوية الضعيفة مثل حمض الخليك أو الستريك .
4) لا يفضل استخدام سماد سلفات البوتاسيوم التجارى للإضافة من خلال مياه الرى نتيجة لاحتوائه على شوائب غير ذائبة من الأتربة والجير – ونظراً لعدم توفر مصادر أخرى للتسميد البوتاسى أكثر ملائمة للإضافة من خلال مياه الرى فإنه عادة ما يستخدم لهذا الغرض رائق هذا السماد بعد التخلص من الشوائب والمواد غير الذائبة بالإذابة فى وسط حامض من حمض النيتريك المخفف 5٪ ثم تتم عمليات الترشيح والتخلص من الشوائب من خلال صفايات دقيقة .

ويمكن استخدام (سلفات البوتاسيوم) النقية (سلوبوتاس) وهى ذوابة وخالية من الشوائب إلا أنها تحتاج لنسبة مياه كبيرة لتذويبها .

5) لا يفضل استخدام كلوريد البوتاسيوم كمصدر للتسميد البوتاسى خاصة بالنسبة لمحاصيل الخضر لاحتوائه على تركيز (عالى من الكلوريد) وفى هذه الحالة فإنه يفضل استخدام سماد سلفات البوتاسيوم بالرغم من ارتفاع أسعاره أو انخفاض نسبة البوتاسيوم به بالمقارنة بسماد كلوريد البوتاسيوم – كذلك فإن النباتات تحتاج إلى الكبريت بكمية أكبر مما تحتاجه من الكلوريد علاوة على ارتفاع معامل الملوحة بسماد كلوريد البوتاسيوم وحساسية النباتات لعنصر الكلوريد .

ويعتبر سلفات البوتاسيوم من أرخص مصادر التسميد البوتاسى ولكن صعب الذوبان فى الماء ويمكن الاستعاضة عنه من خلال استخدام الأسمدة المركبة عالية النسبة من البوتاسيوم مثل (3 – 7 – 40) ، (7 – 3 – 45) ، (صفر – 52 – 34) .

أو استخدام التركيبات السمادية المركبة السائلة المحتوية على نترات البوتاسيوم أو عمل خلطات متعادلة الحموضة الـ PH سائلة عن طريق تفاعل (هيدروكسيد البوتاسيوم المخفف مع حمض الخليك أو الستريك أسيد) أو استخدام كربونات البوتاسيوم بعد تفاعلها مع حمض النيتريك وتحويلها إلى سائل وتضبط درجة الـ PH له ويمكن استخدام (ثيوسلفات البوتاسيوم) السائل فى التسميد الورقى (بالرش) .

ثانياً : أسمدة العناصر الغذائية الثانوية (المغنيسوم – الكالسيوم – الكبريت)

العنصر	اسم السماد	التركيز % للعنصر	الذوبان والصلاحية
المغنيسيوم (Mg)	سلفات المغنيسوم (ملح أبسوم)*	18	يذوب
	سلفات المغنيسيوم (كيزيريت)* $MgSO_4.7H_2o$ (لا يصلح للرى بالتنقيط)	10	بطئ الذوبان
	دولوميت لا يصلح للرى بالتنقيط	11	لا يذوب
الكالسيوم (Ca^{++})	نترات كالسيوم (صلب)	19	سهل الذوبان
	نترات كالسيوم (سائل)	13	سائل (جاهز)
	كلوريد الكالسيوم	36	سهل الذوبان
	الجير (كالسيت) (لا يصلح للرى بالتنقيط)	40	صعب الذوبان
	سوبر فوسفات العادى (لا يصلح للرى بالتنقيط)	20	صعب الذوبان
	تربل سوبر فوسفات (لا يصلح للرى بالتنقيط)	14	صعب الذوبان
	الجبس الزراعى (لا يصلح للرى بالتنقيط)	22.5	صعب الذوبان
	الدولوميت (لا يصلح للرى بالتنقيط)	22	صعب الذوبان
الكبريت (S)	ثيوسلفات الأمونيوم	26	يذوب
	سلفات الأمونيوم	24	يذوب
	سلفات الكالسيوم (جيبسيم) لا يصلح للرى بالتنقيط	19	صعب الذوبان
	كبريت خام (زراعى)* لا يصلح للرى بالتنقيط	100 : 90	صعب الذوبان
	سلفات البوتاسيوم (تجارى) لا يصلح للرى بالتنقيط	18	شحيح الذوبان
	سلفات المغنيسيوم	13	تذوب
	شق السلفات الموجود بجميع أنواع العناصر الصغرى (حديد – زنك – منجنيز – نحاس)	من 9 : 18	تذوب

(*) يفضل إضافة أملاح المغنيسيوم والكالسيوم مع ماء الرى فى صورة مخلبية حتى لا يحدث لها تثبيت وعدم تيسر بالتربة .

وبالنسبة للكبريت يفضل اضافته مع إعداد التربة للزراعة فى بداية الزراعة فى صورة عنصرية (كبريت زراعى)

وهذا ومن الجدير بالذكر أنه الآن هناك ثورة تصنيعية حيث تعددت مصادر هذه العناصر بما يتلاءم بإضافتها مع ماء الرى دون حدوث مشاكل وتكون فى صورة (مخلبية) أما على الـ (EDTA) أو (EDHA) أو على الأحماض الأمينية والستريك أسيد أو الهيوميك أسيد حيث يتواجد المغنيسيوم (Mg) فى صورة مخلبية منفردة (إما سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 7٪ معنيسوم مخلبى فى صورة أسماد تجارية عديدة يتوافر أيضاً عنصر الكالسيوم (Ca^{++}) فى صورة مخلبية منفردة (سائلة أو صلبة) بنسب تتراوح من 6 : 12٪ ، وهناك ملحوظة هامة وهى أنه من خلال التسميد يفضل إضافة الأسمدة المحتوية على كالسيوم بمفردها (حتى لا يحدث تفاعلات تؤدى إلى الترسيب وبالتالى سداد النقاطات أو البشابير وحدوث تلف لنظام الرى) وكذلك الكبريت يتواجد الآن فى صور عديدة ميسرة مثل (الكالسيوم بولى سلفيد) وهى صورة سائلة يمكن استخدامها فى الرى على أن يستخدم بمفرده حتى لا يحدث تفاعلات ترسيب بنظم الرى إلا أن سعره مرتفع .

ثالثاً : أسمدة العناصر الصغرى (حديد – زنك – منجنيز – نحاس – بورون)

يقوم معظم المزارعين بإضافة العناصر الصغرى مثل الحديد – الزنك والمنجنيز على صورة معدنية مثل (كبريتات الحديدوز – كبريتات الزنك – كبريتات المنجنيز) فى ماء الرى من خلال شبكة الرى بالتنقيط ، وذلك لرخص ثمن هذه العناصر على الصورة المعدنية ، **(وهذا من أكبر الأخطاء)** التى تتم فى هذه المزارع ولهذا يجب عدم إضافة العناصر الصغرى على صورة معدنية من خلال شبكة الرى بالتنقيط ، لأن نسبة كبيرة من هذه العناصر ستتحول من صورة صالحة للامتصاص إلى صورة غير صالحة وغير ميسرة للامتصاص ، وذلك لتفاعل هذه العناصر مع معقد التربة ويثبت معظمها نظراً لقلوية معظم الأراضى المصرية .

لذلك فإن كان لابد من إضافة هذه العناصر الصغرى من خلال شبكة الرى فيجب أن **(تضاف على صورة مخلبية)** لتكون الاستفادة منها أكبر ، وكما هو معروف فإن الصورة المخلبية صورة صالحة وميسرة للامتصاص بواسطة النبات ، وذلك لأن المادة الخالبة للعنصر تحفظه من التفاعل مع معقد التربة والتثبيت .

وفيما يلى بعض العوامل التى يجب أن تؤخذ فى الاعتبار عند استخدام المصادر السمادية لهذه العناصر :-

1) يفضل استخدام الصور المخلبية كمصدر للعناصر العناصر الغذائية الصغرى للإضافة من خلال مياه الرى ، وتتميز هذه الصورة المخلبية بقدرتها العالية على الذوبان فى الماء وصعوبة تثبيتها فى التربة وبالتالى سهولة تيسرها وامتصاصها بواسطة النبات – وتتميز المركبات المخلبية أيضاً بقدرتها العالية على مقاومة الفقد بالغسيل نظراً لسرعة امتصاصها.
2) يفضل استخدام الصور المخلبية (FeEDDHA) ذات اللون الأحمر الطوبى عن الصورة المخلبية (FeEDTA) كمصدر لعنصر الحديد للإضافة من خلال مياه الرى حيث لا يسهل

تثبيته في الأراضي المصرية القلوية ، ويمكن استخدام أى من صور الحديد للإضافة رشا من خلال التسميد الورقى .

3) كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى فى صورة مخلبية أعلى حوالى 3 – 5 كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى المماثلة فى صورة سلفات ويجب أن تؤخذ هذه الخاصية فى الاعتبار عند تقدير تكاليف استخدام أى من صور العناصر الغذائية الصغرى .

4) يجب زيادة تركيز عناصر الحديد والزنك والمنجنيز فى المحلول المغذى (مياه الرى + العناصر الغذائية) حوالى 50٪ عند وجود كربونات الكالسيوم (الجير) فى التربة بنسبة 5 – 10٪ أما إذا زادت نسبة الجير عن 10٪ فإنه يفضل إضافة العناصر الغذائية رشاً على الأوراق .

والجدول التالى ( ) يوضح أهم مصادر أسمدة العناصر الصغرى (نوع السماد – وصورة الإضافة من السماد (معدنى أو مخلبى) – وطريقة إضافة السماد (رشاً أو خلال شبكة الرى بالتنقيط – والتركيز المناسب من كل سماد) .

جدول ( ) أهم أنواع أسمدة العناصر الصغرى

نوع السماد	صورة الإضافة	طريقة الإضافة	التركيز المناسب
كبريتات حديدوز حديد مخلبى	معدنية إما Fe-EDTA أو Fe-EDDHA أفضل للأراضى القلوية	رشًا على الأشجار فقط إما رشًا أو يمكن إضافته من خلال الرى بالتنقيط	,٢ ـ ,٣ ٪ ,٠٢ ـ ,٠٥ ٪ لايتجاوز التركيز فى ماء الرى عن ١/٢ ـ ١ كجم / ١ م٣ ماء
كبريتات منجنيز (Mn SO_4. $3H_2O$) منجنيز مخلبى	معدنى Mn-EDTA Mn-EDDHA	رشًا على الأشجار فقط، رشًا على الأشجار فقط أو يضاف خلال الرى بالتنقيط	,٢ ـ ,٥ ٪ ,٠٢ ـ ,٠٣ ٪ بحيث لا يتجاوز التركيز من السماد فى ماء الرى عن ١/٢ ـ ١ كجم / ١م٣ ماء رى
كبريتات زنك Zn SO_4 . H_2O Zn SO_4 . $7H_2O$ زنك مخلبى	معدنى (٣٥ ٪ زنك) معدنى (٢٣ ٪ زنك) Zn-EDTA Zn-EDDHA	رشًا فقط رشًا فقط رشًا + يمكن إضافته مع الرى بالتنقيط	,٣ ـ ,٥ ٪ ,٠٣ ـ ,٠٥ ٪ بحيث لا يتجاوز التركيز فى ماء الرى عن ١/٢ ـ ١ كجم سماد / م٣ ماء رى
كبريتات نحاس نحاس مخلبى	معدنى Cu-EDTA Cu-EDDHA	رشًا فقط رشًا + يمكن إضافته مع الرى بالتنقيط	,٣ ٪ بحيث لا يتجاوز التركيز فى ماء الرى عن ١/٢ ـ ١ كجم سماد / ١م٣ ماء رى
حمض بوريك بورات الصوديوم	معدنى	رشًا فقط	,٢ ٪

★ المرجع. تغذية الخضر فى الزراعة المحمية. أحمد عبد الفتاح ١٩٩٠

إدارة نظم التسميد وإضافة الكيماويات خلال أنظمة الرى

Management of Fertigation/Chemigation Systems

إن عملية التسميد وإضافة الكيماويات مع ماء الرى هامة جداً حيث أنها تعمل على ترشيد استخدام المياه وكذلك إمداد النبات بمعظم احتياجاته الغذائية والوقائية بطريقة سهلة وسريعة علاوة على أنها تقلل الفاقد فى الأسمدة والمبيدات وترشد منه . •

ونظراً لأن الموارد المائية محدودة فقد أصبح ضرورياً العمل على ترشيد استخدام المياه واستخدام طرق الرى البديلة لطريقة الرى السطحى وذلك بتشجيع استخدام أساليب الرى الحديثة والتى من أهم مزاياها ما يلى :-

- الاقتصاد فى استخدام المياه مما يؤدى زيادة كفاءة الاستفادة منها وتقلل مشاكل الصرف .
- توفير مساحة كبيرة من الأراضى المستخدمة فى إقامة الترع والمصارف .
- توفير التكاليف الباهظة لتسوية الأرض .
- توزيع الأسمدة وبعض المبيدات مع مياه الرى لضمان تجانس توزيعها بدرجة عالية من الكفاءة .
- سرعة استغلال الأراضى والحصول على إنتاج وعائد سريع .

ومن ناحية أخرى فإن إدخال نظم الرى الحديثة أدى إلى الاتجاه إلى تطوير طرق إضافة الأسمدة والكيماويات للتربة والنبات حيث أصبح من الممكن حقن الكيماويات مع مياه الرى مباشرة مما يضمن تجانس توزيعه والاستفادة منه استفادة مباشرة وكاملة الأمر الذى يعمل على زيادة الإنتاجية لوحدة المساحة .

وقد أثبتت عديد من الدراسات نجاح طرق التسميد بالرى فى زيادة الإنتاجية وتحسين نوعية المنتج والتوفير فى العمالة والأسمدة والطاقة مع الحد من التلوث البيئى ويعتمد نجاح التسميد بالرى عوامل هامة لابد وأن تؤخذ فى الاعتبار عند تقدير معدل تركيز السماد فى مياه الرى وتتمثل فى نوع المحصول واحتياجاته السمادية خلال مراحل نموه المختلفة ونوع السماد – تركيز العناصر الغذائية فى منطقة الجذور – التركيب الفيزيائى والكيمائى للتربة – نوعية مياه الرى – الظروف المناخية السائدة فى المنطقة .

• المصدر : أ. د. عبد الغنى الجندى – دورة تكنولوجيا التسميد والرى – مكون نقل التكنولوجيا – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى .

أولا : طرق وأنظمة الرى المتطور Modern Irrigation Systems

☜ الرى بالرش Sprinkler Irrigation

أكثر نظم الرى بالرش المستخدمة بمصر وخاصة فى رى المحاصيل الحقلية وهى :-

1)	النقالى	Hand Move Systems
2)	الثابت	Stationary Systems
3)	المتدحرج	Side-role Systems
4)	المحورى	Center-pivot Systems
5)	المدفع المتنقل	Traveller gun Systems

مميزات الرى بالرش :-

1- يمكن استخدامه تحت ظروف الطبوغرافية الغير منتظمة والانحدارات بدون إحداث أى انهيار لسطح التربة نتيجة عمليات التسوية .
2- لا يسبب أى جرف فى الأراضى شديدة الانحدار (سفوح الجبال) .
3- يمكن استخدامه فى الأراضى الرملية والعالية النفاذية بأقل فقد ممكن من الرشح العميق .
4- يمتاز بدرجة عالية من التحكم فى مياه الرى وسهولة فى عمليات قياس التصرفات .
5- مناسب فى حالة الريات الخفيفة والمتكررة والمناسبة فى جميع مراحل نمو النبات .
6- توفير فى مساحة الأرض المنزرعة لعدم استخدام المساقى والبتون كما فى الرى السطحى.
7- يمتاز بكفاءة عالية لاستخدام مياه الرى بما يحقق توفير للمياه وتوفير شبكات الصرف .
8- التوفير فى الأيدى العاملة .
9- سهولة استخدام المخصبات وإضافتها مع مياه الرى .
10- تكيفه مع معدلات الرشح المختلفة للأراضى .
11- يستخدم فى حالة مصادر المياه الصغيرة .
12- لا يعوق عمليات الميكنة الزراعية .
13- الترطيب والتبريد الجوى للمناطق الجافة والحارة ومقاومة الصقيع بتدفئة النبات .

ومن عيوب الرى بالرش :-

1- ارتفاع التكاليف الثابتة وتكاليف التشغيل .
2- احتياج الخبرة الفنية والعناية فى التشغيل والصيانة .
3- إحداث كبس للتربة نتيجة تساقط قطرات الماء على السطح .
4- إصابة بعض أوراق النباتات بالأراضى نتيجة لابتلالها وتراكم الأملاح عليها.
5- تأثيره بالعوامل الجوية وخاصة الرياح ودرجات الحرارة العالية .

ويعتبر الرى بالرش بجميع أنظمته أكثر النظم ملائمة للمحاصيل الحقلية ولا ينصح به لرى محاصيل البساتين (فاكهة – خضر – زينة) نظراً لمشاكله العديدة مع العديد من تلك المحاصيل

الأمر الذى يسبب انخفاض فى الإنتاج إذا ما قورن بنظم الرى السطحى والتنقيط إلا أنه يصلح لبعض الزراعات مثل البطاطس والنباتات الطبية والعطرية .

☜ الرى الموضعى (الرى بالتنقيط) **Localized Irrigation (micro-Irrigation)**

مميزات الرى الموضعى :-

1- التوفير فى كميات مياه الرى المستخدمة ورفع كفاءة الاستفادة من مياه الرى .
2- الزيادة فى الإنتاج وتحسين نوعية المحاصيل المختلفة .
3- التوفير فى العمالة والطاقة .
4- التوفير فى استخدام الأسمدة ورفع كفاءة الاستفادة منها .
5- مقاومة الحشائش والأمراض .
6- يمكن من خلاله استخدام المياه ذات الملوحة المتوسطة .
7- الحد من مشاكل الصرف .

ومن أهم مشاكل الرى الموضعى – مشكلة انسداد النقاطات نتيجة للشوائب العالقة بمياه الرى وكذلك ترسيب بعض المركبات الكيماوية مثل كربونات الكالسيوم وأملاح الحديد والألومنيوم كما تساعد الأسمدة التى تضاف إلى مياه الرى فى عمليات الترسيب إذا كانت غير مناسبة لهذا النظام.

نظام الرى الموضعى :-

1- الرى بالتنقيط السطحى Surface drip system ويتم فيه تركيب الخراطيم والنقاطات والمصنعة من مادة البولى إيثيلين المعامل ضد الأشعة فوق البنفسجية (أشعة الشمس بجوار النباتات أو الأشجار مكشوفة فوق سطح الأرض ويتراوح التصرف فى مثل هذا النوع من 2 –4 لتر/ساعة أو قد يصل إلى 12 لتر/ساعة لكل متر طولى وتوزع النقاطات على المسافات المناسبة للمحاصيل وهذا النوع سهل التركيب ويستخدم مع محاصيل الخضر والفاكهة والمحاصيل السكرية .
2- الرى بالتنقيط تحت السطح Sub-surface drip system وهو لا يختلف عن النظام السابق إلا أن خراطيم التنقيط توضع على أعماق مختلفة طبقاً لنوع الأرض ويعمل هذا العمق إلى 30 سم ويمتاز هذا النوع بزيادة عمر الخراطيم مما يقلل من التكاليف مع تسهيل فى عمليات الخدمة بين الأشجار دون الحاجة لرفع الخراطيم ثم إعادة وضعها مرة أخرى ومن أهم مميزاته تقليل الفاقد بالبخر مع انخفاض فى التكلفة وهو يصلح مع المحاصيل السكرية نظراً لتكلفة الخراطيم سنوياً بعد الحصاد **(نظام خاص من الخراطيم).**
3- نظام الببلر (الفقاعى) Bubbler system ويختلف هذا النوع عن التنقيط بأن التصرفات المستخدمة عالية جداً قد تصل إلى 30 لتر/ساعة وهو يعتبر من أنظمة الرى السطحى

المقنن ويستخدم مع الأشجار القديمة (المعمرة) والتى استخدم فى ريها نظام العمر ويراد تحويله إلى نظام حديث ويخشى من انهيار المجموعة الجذرى الذى تأقلم على الرى السطحى ،

ويمتاز هذا النوع بانخفاض الضغوط المطلوبة لتشغيله مع الاحتياج إلى أقل درجات ترشيح الأمر الذى يقلل من مشاكل الانسداد كما أنه مناسب مع الرى تحت ظروف ارتفاع ملوحة الأرض والمياه لكفاءته فى عمليات الغسيل – وقد نجح هذا النظام فى مصر وخاصة محافظة الفيوم .

4- نظام الرشاشات الصغيرة (ميكروجيت) Micro-Jet (Spray) ويستخدم فى رى الأشجار وخاصة ذات المسافات الواسعة ويمتاز هذا النوع بزيادة المساحة المبتلة حيث يتم توزيع المياه على هيئة رزاز تحت الأشجار ويصل قطر ابتلاله إلى أكثر من خمسة أمتار ويعتبر هذا النوع بديل للرى بالرش العادى – ويتراوح تصرف الرشاشات من 30 – 100 لتر/ساعة ويصلح مع الأشجار القديمة (المعمرة) مثل النوع السابق

ثانياً : إضافة الكيماويات خلال أنظمة الرى

Chemicals Application Through Irrigation Systems

وهو ما يسمى بالرى الكيماوى Chemigation حيث يتم حقن الأسمدة والكيماويات مثل الأحماض والمبيدات الفطرية والبكتريا التى تجعل الماء صالح للرى وخاصة مع نظم الرى بالتنقيط لتحمى النقاطات من الانسداد وتعديل درجة الحموضة PH .

☜ التسميد بالرى **Fertigation**

والغرض منه تحسين إنتاج المحصول ومن أهم مميزات إضافة الأسمدة مع مياه الرى .

1- الاستفادة الكاملة من الأسمدة المضافة .
2- التوزيع الجيد للأسمدة فى منطقة جذور النبات .
3- التوفر فى كمية الأسمدة المضافة .
4- سهولة توقيت وزمن إضافة الأسمدة فى مراحل نمو النباتات المختلفة .
5- توفير فى الطاقة والعمالة اللازمة لإضافة الأسمدة .

ومن أهم مشاكل إضافة الأسمدة مع مياه الرى :-

1- انخفاض كفاءة الأسمدة وذلك فى حالة عدم انتظامية مياه الرى لسوء تصميم شبكة الرى .
2- التفاعل بين المركبات المضافة مما قد يؤدى إلى تكوين مركبات جديدة تعمل على انسداد مخارج الرى .

أنواع الأسمدة

1- الأسمدة النيتروجينية (Nitrogen) ← وهى مواد أكثرها قابل للذوبان ولا يخشى من إضافتها وليس لها آثار جانبية فى مياه الرى ، وهناك العديد من مصادر التسميد النيتروجينى إلا أنه يمكن تقسيمها إلى مجموعتين حسب درجة الذوبان وإمكانية استخدامها للإضافة خلال مياه الرى الأولى أسمدة سهلة الذوبان فى الماء والثانية صعبة الذوبان .

2- الأسمدة الفوسفاتية (Phosphorous) ← وتميل هذه الأسمدة الفوسفورية عادة للترسيب فى المياه خاصة التى تحتوى على أيونات الكالسيوم مما يؤدى إلى انسداد النقاطات مسبباً مشاكل فى انتظام توزيع مياه الرى للنباتات المختلفة وهناك بعض الأسمدة الفوسفاتية التى يمكن إضافتها مع مياه الرى حيث تعتبر حركة الأسمدة الفوسفاتية محدودة فى التربة فقد تشكل ترسيبات غير قابلة للذوبان تتحد مع أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والتى توجد بمياه الرى ولذلك لا يوصى باستخدام الأسمدة الفوسفاتية التقليدية بوجه عام مع نظم الرى الحديثة .

وهناك العديد من الأسمدة الفوسفاتية التى يمكن استخدامها مضافة لمياه الرى ويمكن أيضاً تقسيمها إلى مجموعتين حسب درجة ذوبانها فى الماء .

3- الأسمدة البوتاسية (Potassium) ← وتعتبر معظم الأسمدة البوتاسية النقية ذائبة فى المياه ولا تسبب أى مشاكل مع إضافتها مع مياه الرى ولكن سماد سلفات البوتاسيوم وهو أهم الأسمدة المتداولة فى السوق المصرية شحيح الذوبان ويجب إذابته واستخدام الرائق منها . بالإضافة إلى أن الأسمدة النيتروجينية والفوسفاتية التى تحتوى على البوتاسيوم مثل نترات البوتاسيوم وفوسفات أحادى أو ثنائى البوتاسيوم وهى جميعاً مصادر سهلة الذوبان للبوتاسيوم بالإضافة إلى ذلك المصادر التالية للتسميد بالبوتاسيوم وهى غالباً أقل ذوباناً فى الماء .

4- أسمدة العناصر الغذائية الصغرى Micronutrients (Tracc Minerals)

وتضاف بكميات صغيرة مثل عناصر المنجنيز – زنك – نحاس – حديد – بورون – ويجب أن تضاف فى صورة ذائبة فى الماء وتضاف هذه العناصر منفصلة وبعيدة عن الأسمدة الفوسفاتية تجنبياً للتفاعلات الكيميائية والترسيب داخل المنقطات وكذلك فقدانها .

عادة ما يلاحظ استجابة بعض النباتات لإضافة العناصر الغذائية الصغرى خاصة الحديد والزنك والنحاس خاصة عند إضافة المواد العضوية قبل الزراعة بكميات كبيرة وكذلك المنجنيز خاصة عند إجراء عمليات تعقيم للتربة ، كذلك يجب مراعاة تقدير البورون فى مياه الرى خاصة إذا كان مصدرها مياه الآبار نظراً لسميته.

وفيما يلى أهم مصادر التسميد بالعناصر الصغرى .

الأسمدة التى يمكن إضافتها مع أنظمة الرى :

1) نترات الأمونيوم (نترات النشادر) .
2) اليوريا .
3) نترات الكالسيوم النقى .
4) مونو أمونيوم فوسفات (دى أمونيوم فوسفات) .
5) مونو بوتاسيوم فوسفات (دى بوتاسيوم فوسفات) .
6) نترات البوتاسيوم .
7) سلفات المغنيسيوم .
8) حديد مخلبى .
9) زنك مخلبى .
10) منجنيز مخلبى .
11) نحاس مخلبى .
12) البوركس (صوديوم بورات) .
13) الأسمدة المركبة التجارية كريستالون – كامبرا – فورجرين – يونيون فيرت – جروجرين ...
14) حامض الفوسفوريك .
15) حامض النيتريك .
16) سلفات البوتاسيوم النقية .

أسمدة لا يمكن إضافتها مع أنظمة الرى بالتنقيط :

1) نترات الجير المصرى .
2) نترات النشادر الجيرية .
3) كبريتات البوتاسيوم (سلفات البوتاسيوم) الغير نقية .
4) سلفات النشادر (يمكن استخدامها تحت أضيق الحدود) .
5) كبريتات الزنك (سلفات الزنك) فى حالة الأراضى القلوية .
6) كبريتات الحديد (سلفات الحديد) فى حالة الأراضى القلوية .
7) كبريتات النحاس (سلفات النحاس) فى حالة الأراضى القلوية .
8) سوبر فوسفات .
9) تربل فوسفات .
10) سوبر فوسفات مركز .

ويتوقف تركيز الكيماويات المحقونة فى ماء الرى على الغرض من استخدامها ونوع النبات ومرحلة النمو ونوع التربة والعوامل الجوية ونوع المادة المضافة .

طرق ونظم إضافة الأسمدة والكيماويات خلال أنظمة الرى
Fertigation/Chemigation Systems

هناك العديد من الطرق المستخدمة لإضافة الأسمدة ويتوقف اختيار الطريقة المناسب على عديد من العوامل الخاصة بنوع النبات ونوع التربة ونوع السماد والعوامل الجوية السائدة أثناء الإضافة ونوعية مياه الرى .

وتعتبر طرق إضافة الأسمدة خلال مياه الرى أكثر الطرق استخداماً تحت نظم الزراعة الحديثة حيث تتميز بإمكانية توفير جزء كبير من الأسمدة يمكن أن يفقد بالغسيل بعيداً عن منطقة انتشار الجذور حيث تضاف الأسمدة بالكمية الملائمة وفى الوقت المناسب لاحتياجات النبات – كذلك فإن إضافة الأسمدة خلال مياه الرى يكون أقل تكلفة وفى الحقيقة فإن إمكانية إضافة السماد خلال مياه الرى يتوقف على :-

- **درجة ذوبان السماد فى الماء .**
- **نوعية مياه الرى .**
- **التأثيرات المتبادلة بين الأسمدة المختلفة .**

وتختلف درجة ذوبان الأسمدة حسب نوعية مياه الرى من حيث تركيز الأملاح الكلية الذائبة وتركيز الصوديوم والكلوريد والسلفات والكالسيوم – فمن المعروف إنه عند ارتفاع مستوى الأملاح فى مياه الرى لابد من خفض تركيز الأسمدة فى المياه حتى لا يزيد التركيز الكلى للأملاح فى مياه الرى بعد التسميد عند الحد المناسب لنمو النبات وبالتالى عدم تعرض النبات لمشاكل ارتفاع الضغط الأسموزى لمحلول الرى كذلك فإن ارتفاع تركيز الكالسيوم فى المياه يقلل من كفاءة استخدام الأسمدة التى يدخل فى تركيبها السلفات أو الفوسفات مثل سلفات البوتاسيوم وسوبرفوسفات ... كذلك فإن ارتفاع تركيز السلفات فى المياه يقلل من كفاءة استخدام الأسمدة التى يدخل فى تركيبها الكالسيوم مثل نترات الكالسيوم حيث يؤدى هذا إلى ترسيب الكالسيوم فى صورة الجبس (**كبريتات الكالسيوم**) الذى يسد النقاطات وفونيات الرش ومواسير ووصلات شبكة الرى مما يؤدى إلى مشاكل سوء توزيع مياه الرى والعناصر الذائبة .

أجهزة الحقن **Injection Equipment**

ويراعى عند اختيار جهاز توزيع الأسمدة درجة تركيز السماد المطلوبة والدقة المرغوبة للتركيز وكذلك إمكانية نقل الجهاز وتكلفة وطريقة تشغيله ومن أهم الطرق الشائعة لإضافة الكيماويات هى :-

✍ أنظمة فوارق الضغط Differential Pressure Systems

ويوضح الشكل رسماً لهذا النظام (الذى يعرف أحياناً باسم خزان الأسمدة) وفى نظام فوارق الضغط يتم التشغيل بإحداث اختلاف خفيف فى الضغط بين المدخل والمخرج لأنابيب الخزان ويتم ذلك بواسطة صمام لتخفيض الضغط أو أنبوبة فنشورى يوضع بين خط التدفق الداخلى وخط التدفق الخارجى مما يؤدى إلى تدفق المياه خلال الخزان ، ويعتبر التحكم الدقيق فى كميات

الأسمدة ومعدل تدفقها داخل النظام أمراً على جانب كبير من الأهمية ، ويمكن عمل ذلك باستخدام مقياس للتدفق وصمام أو فتحات للتحكم فى التدفق .

ويتغير تركيز المواد الكيميائية التى تحقن فى الخط الرئيسى لنظام الرى بواسطة أجهزة فوارق الضغط بصفة مستمرة مع مرور الوقت ومن ثم فقد تطرأ مشكلة انتظام التوزيع .

وتعد الأجهزة المستخدمة فى نظام فوارق الضغط من النوع البسيط ولا تتطلب مضخات ذات محركات إضافية لعملية الحقن ، وكثيراً ما تكون هذه هى الطريقة الوحيدة لوضع المواد الكيمائية عندما لا تتوافر المحركات الكهربائية وينبغى أن يصنع الخزان من مادة تتحمل الضغط الذى يتضمنه هذا النظام كما ينبغى حمايته من التآكل المحتمل بفعل المواد الكيمائية الموجودة فى الأسمدة ، ويوضع صمام يعمل فى اتجاه واحد ليمنع السائل من التدفق العكسى والرجوع إلى نقطة التزويد ، ويتوقف حجم الخزان على درجة تركيز محلول الأسمدة المطلوبة والكمية الإجمالية للمواد الكيمائية المراد استخدامها .

ويمكن التحكم فى كميات ومعدلات إضافة الأسمدة خلال فترة التسميد بتغير فارق الضغط بين دخول المياه إلى السماد وخروج المحلول السمادى وكذلك بتغير فتحات دخول وخروج الأسمدة .

ويمكن حساب قطر هذه الفتحات بناء على المعدلات المطلوبة باستخدام المعادلة التالية :-

$$D = (24.4\ Q / P) \ldots\ldots\ldots\ldots.. 1$$

حيث أن:

D	قطر المخارج	مم
Q	التصرف المار	لتر/دقيقة
P	ضغط التشغيل	كيلو بسكال

وتستخدم المعادلة التالية لحساب تركيز الأسمدة فى مياه الرى عند زمن معين من بداية تشغيل السماد

$$C = Co\ (Q2 / Q1)\ \exp\ (- Q2 / V)\ t \ldots\ldots\ldots. 2$$

حيث أن:

C	تركيز الأسمدة فى تنك التسميد فى وقت معين (t)	كجم/م^3
Co	تركيز الأسمدة الأولى عند البداية	كجم/م^3
Q1	التصرف عند دخول خزان التسميد	م^3 / ساعة
Q2	التصرف عند خروج خزان التسميد	م^3 / ساعة
V	حجم خزان التسميد	م^3

وتفترض العلاقة السابقة امتزاجاً فورياً ومتجانساً بين التدفق الداخلى ومحاليل الأسمدة إلا أن الامتزاج الفورى الكامل قد لا يتحقق نتيجة وجود خزانات ذات سعات وأشكال مختلفة ومتعددة ، كما يعتمد تدفق المياه إلى الداخل على خواص المواد المستخدمة من حيث طبيعتها الكيميائية ودرجة الحرارة والتركيز والجاذبية النوعية وما إلى ذلك .



مضخات الحقن Injection Pumps

يمكن حقن الأسمدة فى نظام الرى بواسطة مضخة ، وفى هذه الحالة لا يقتضى الأمر أن يكــون الضغط فى الخزان معادلاً للضغط فى الخط الرئيسى كما يمكن صنعه من مواد خفيفــة ويمكــن تركه مكشوفاً .

وتتحرك مضخة الحقن بواسطة محرك خارجى أو بضغط المياه الموجودة فى الخط الرئيســى ، وفى حالة استخدام أجهزة الحقن فإنه يمكن التحكم فى معدل الحقن ومن ثم درجة تركيز الأسمدة فى الخطوط حسب الطلب وذلك بتغير سرعة حركة كباس الحقن أو اســتبدال فوهــات خــروج السائل السمادى كما يمكن الحصول على أية درجة من التركيز فى الخط الرئيســى إذا عرفــت درجة تركيز المحلول الذى يحتويه الخزان وإذا عرف معدل تصريف الحاقن .

وعلى عكس نظام فوارق الضغط فإن تركيز الأسمدة يظل ثابتاً طوال فترة تشغيل الحاقنات ومن هذه الحاقنات النوع الذى يعتمد على الحركة الترددية للكباس .

حساب معدل حقن الأسمدة Fertilizers Injection Rate

يتوقف معدل الحقن المطلوب للأسمدة على التركيز الأساسى لها فى المركب المستخدم والتركيز المطلوب للعناصر فى مياه الرى وتستخدم المعادلة الآتية :-

$$Qr = Fr \times A / Nc. T. tr \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ 3$$

حيث أن:

Qr	معدل حقن الأسمدة	لتر/ساعة
Fr	معدل التسميد المطلوب	مجم/م^2
A	المساحة	م^2
Nc	تركيز العناصر فى المركب السمادى	مجم / لتر
T	زمن الرى	ساعة
tr	نسبة زمن التسميد إلى زمن الرى الكلى	

وعند استعمال الحاقنات ينبغى تحديد كمية الأسمدة التى ستخلط بالماء فى الخزان ، إذا عرفــت الثوابت التالية :-

Q	معدل تصريف الخط الرئيسى	لتر/ساعة
Nc	درجة التركيز المطلوبة للأسمدة فى الشبكة	جزء فى المليون
C	نوع المواد المغذية ونسبتها المئوية	
a	معدل تصريف الحاقن	لتر/ساعة
v	حجم الخزان أو سعته	لتر

ويمكن حساب تركيز الأسمدة فى مياه الرى باستخدام المعادلة الآتية :-

00CF = 100 Fr / D ………….. 4

✍ حيث أن :

CF تركيز الأسمدة فى مياه الرى مجم/لتر

D كمية المياه المارة أثناء التسميد مم

Fr معدل التسميد المطلوب كجم/هكتار

وتستخدم المعادلة التالية لحساب معدل حقن الأسمدة

QF = 0.36. CF. Q / PY ………….. 5

✍ حيث أن :

QF معدل حقن الأسمدة لتر/ساعة

CF تركيز الأسمدة فى مياه الرى مجم/لتر

Q التصرف المار خلال الشبكة لتر/ساعة

P كثافة المحلول السمادى كجم/ساعة

Y النسبة المئوية للعناصر فى المركب السمادى

وعند استخدام أسمدة جافة يمكن استخدام المعادلة الآتية لحساب الكميات المطلوبة .

DF = 0.36. C. Q / Y ………….. 6

✍ حيث أن :

DF معدل التسميد المطلوب كجم/ساعة

C التركيز المطلوب مجم/لتر

Q التصرف المار لتر/ثانية

Y النسبة المئوية للعناصر فى المركب السمادى

Chemigation

ويطلق عليه فى بعض الأحيان المعالجة الكيميائية للماء Chemical water treatment وهى إضافة بعض الأحماض والمبيدات الفطرية والبكترية التى تجعل الماء صالحاً للرى بالتنقيط وتحمى النقاطات من الانسداد وتعديل رقم PH (درجة الحموضة) .

☜ الأحماض Acids :

ويستخدم أقل الأحماض تكلفة بتركيزات كافية لمعادلة كربونات الكالسيوم والحديد والبيكربونات المترسية ومن هذه الأحماض حامض النيتريك وحامض الكبريتيك وحامض الفوسفوريك وكلها تعمل على خفض رقم الحموضة (PH) ويفضل إضافة حامض النيتريك أو الفوسفوريك مرة واحدة كل أسبوعين أثناء الزراعة ويضاف حامض النيتريك أو الكبريتيك قبل الزراعة بحوالى أسبوع على الأقل .

وإضافة الأحماض يؤدى إلى خفض PH وتقلل من الترسيب الكيمائى لكل من كربونات الكالسيوم وكربونات الماغنسيوم ويمكن إضافة الأحماض لمعادلة رقم الحموضة لتصبح فى حدود 6 – 7 وتلعب درجة الحموضة دوراً كبيراً فى فى النشاط البكتيرى وتيسر العناصر الغذائية .

المضادات البكتيرية Bactericides

وتضاف لمنع البكتيريا والطحالب أو لتثبيط تكاثرها وتستعمل أيضاً لمعاملة الماء المرتفع فى رقم الـ PH ويضاف **(هيدركلوريد الكالسيوم)** و**(هيبوكلوريد الصوديوم)** وتضاف هذه المواد بتركيزات 0.5 – 10 جزء فى المليون ولا يوصى باستعمالها عند استخدام مياه رى يحتوى على حديد ذائب أعلى من 4 جزء فى المليون حتى لا يؤدى إلى تكوين راسب من كلوريد الحديديك الذى لا يمكن ترشيحه ويجب قياس الكيماويات بانتظام بعد المرشحات لتعديل PH إذا لزم الأمر وتسمى عملية إضافة الكلور للشبكة Chlorination ويساعد وجود الكبريت والحديد إلى إيجاد بيئة مائية ملائمة لنمو البكتيريا وإذا زاد تركيز الحديد والكبريت عن 0.05 جزء فى المليون توضع خطة لإضافة الكلور أسبوعياً أو كل أسبوعين .

ويجب مراعاة الإجراءات الآتية عند إضافة الكلور :-

يعتبر زمن إضافة الكلور أهم من التركيز – فالإضافة الأسبوعية بتركيز 10 جزء فى المليون لمدة 4 ساعات أفضل من الإضافة بتركيز 40 جزء فى المليون لمدة ساعتين .

أقصى تركيز للكلور هو 40 فى المليون حيث تعمل التركيزات الأعلى على زيادة ترسيب المواد الصلبة وعند الضرورة فى زيادة التركيز يجب اختيار الترسيبات كل من الكالسيوم والحديد .

يضاف الكلور قبل المرشح الرملى لحجز المواد المترسبة .

إذا حدث انسداد المنقطات بعد استعمال تركيز 40 جزء فى المليون لمدة 4 ساعات فيتم تنظيف المنقاطات يدوياً وبعد ذلك يتم استخدام الكلور .

الصور التجارية المتوفرة فى الأسواق كمصدر للكلور هى :-

هيبوكلوريد الصوديوم (Na0CI) سائل 5 – 15٪ كلور

هيبوكلوريد الكالسيوم Ca(0CI) حبيبات _صلب) 65 – 70٪ كلور

ويعتبر هيبوكلوريد الصوديوم أفضل مصدر للكلور من هيدكلوريد الكالسيوم .

حيث يتفاعل الكالسيوم مع ثانى أكسيد الكربون CO_2 وتترسب كربونات الكالسيوم وخاصة فى المياه الباردة (5 درجة مئوية) كما يجب عدم استعمال محلول هيبوكلوريد الكالسيوم فى المياه المحتوية على تركيز مرتفع من الكالسيوم (أكبر من 20 جزء فى المليون) .

ويمكن مقاومة الطحالب والمواد المترسبة بحقن الماء بجزء فى المليون من الكلور المركز بصفة مستمرة أو بحقن 10 إلى 20 جزء فى المليون لفترات قصيرة .

ويتضمن الجدول التالى بعض الاقتراحات لجرعات نموذجية من الكلورين :-

المشكلة	الجرعة
طحالب	من 0.5 إلى جزء واحد فى المليون بصفة مستمرة أو 10 إلى 20 جزء فى المليون لمدة نصف ساعة
كبريتيد الهيدروجين	ما يوازى محتوى الماء من كبريتيد الهيدروجين من 3.6 إلى 8.4 مرات
بكتيريا الحديد	1 + جزء من الحديد فى المليون
مواد مخاطية	0.5 جزء فى المليون

حساب معدل حقن المواد التجارية كمصدر للكلور فى مياه الرى :-

تستخدم المعادلة التالية لحساب معدل إضافة المصدر التجارى للكلور

R = Q X Cf / C …………. 6

حيث أن:

R معدل إضافة المركب لتر/ساعة

Q التصرف المار خلال الشبكة لتر/ساعة

CF تركيز الكلور النهائى المطلوب فى مياه الرى جزء فى المليون (PPM)

C النسبة المئوية لتركيز الكلور فى المركب المضاف

ومن المبيدات التى يمكن إضافتها خلال أنظمة الرى مبيدات الأعشاب ومبيدات النيماتودا ومبيدات الفطريات ومنها سيمنول – بروميد الميبثيل – الفورمالين – سيمازين سائل هذا ويمكن استخدام كبريتات النحاس المعاملة بحمض النيتريك بتركيز 5 كجم كبريتات نحاس للفدان إلا أنه يلزم تذويبها ومعاملتها بحمض النيتريك أولاً .

أمثلة لحساب معدلات التسميد

إذا كان معدل إضافة النيتروجين فى مزرعة بها أشجار منزرعة على مسافات 6 × 6م هو 0.5 كجم نتروجين لكل شجرة وكان عدد الأشجار هو 267 شجرة / هكتار وعدد النقاطات المركبة لكل شجرة هو ستة نقاطات وكانت القطر المبتل تحت كل نقاط 0.6م .

احسب كمية الأسمدة المضافة لكل نقاط وكذلك تركيز النتروجين فى مياه الرى إذا كانت كمية المياه المضافة 6.35مم .

أولاً : كمية الأسمدة لكل نقاط

0.5 / 6 = 0.08 كجم / نقاط

ثانياً : تركيز الأسمدة

باستخدام المعادلة رقم (4)

التركيز = 100 × (267 × 0.5) / 6.35 = 2102 مجم / لتر (جزء فى المليون)

إذا أراد صاحب المزرعة السابقة إلى تخفيض تركيز النتروجين فى مياه الرى إلى 100 مجم / لتر – ما هو معدل إضافة سماد نترات الأمونيوم (32٪ وكثافة 1.33 كجم / لتــر بــاللتر / ســاعة / هكتــار – التصرف المار 0.68 لتر / ثانية باستخدام المعادلة رقم (5)

$$Qf = 0.36.\ Cf.\ Q / P.Y$$

التركيز = 0.36 × 100 × 0.68 / 1.33 × 32 = 0.58 لتر / ساعة

سمدت مزرعة عنب منزرع على مسافات 3.66 × 2.44م بكبريتات البوتاسيوم بمعدل 0.5 كيلو جــرام لكل شجرة وركب نقاطين لكل شجرة عنب بتصرف 2 لتر / ساعة كان القطر المبتل تحت النقاط 0.6م.

احسب كمية الأسمدة المضافة لكل هكتار إذا كان معدل البخر – نتح (ET) 5مــم / يــوم وتــم إضافة الأسمدة فى 11 ساعة الأولى من إجمالى 12 ساعة رى وعدد أشــجار العنــب 119 / هكتار وتركيز البوتاسيوم فى السماد 45٪ ، واحسب كذلك تركيز البوتاسيوم فى مياه الرى .

أولاً : كمية الأسمدة المضافة = 10000 × 0.5/2/ط (2/0.6) 2 = 8842 كجم/هكتار.

ثانياً : باستخدام المعادلة رقم **(4)**

تركيز البوتاسيوم فى مياه الرى = **100** × **1119** × **0.5** × **0.5/0.45** × **(12/11)** = **5493** مجم / لتر

نظام رى بالرش المتدحرج بطول 400م وتم تحريك أربع أوضاع كــل 18.2م / ونظــام رى محورى بطول 400م ونظام رى بالتنقيط مركب فيه 50000 نقاط علــى مســافات 1.5 بــين الخطوط و50 سم بين النقاطات فإذا كان تركيز نترات الأمونيوم فى المحلول 0.65 كجم/ لتر – احسب معدل التسميد اللازم لإضافة 20 كجم نترات أمونيوم / فدان لكل نظام .

أولاً : لنظام الرى بالرش المتدحرج

المساحة المروية = 4 × 400 × 18.2 / 4200 = 6.93 فدان .

ونفرض أن زمن الرى 12 ساعة والنسبة من زمن الرى والتسميد 0.5 باستخدام المعادلة رقم (1)

معدل التسميد 20 × 6.93 / 0.65 × 0.5 × 12 = 35.5 لتر/ساعة

ثانياً : جهاز الرى المحورى

المساحة المروية = (400) 2 × ط / 4200 = 119.6 فدان

معدل التسميد = 20 × 119.6 / 0.65 × 1 × 24 = 153 لتر/ساعة

ثالثاً : الرى بالتنقيط

نفرض أن زمن الرى 16 ساعة ونسبة زمن التسميد إلى الرى 0.5

المساحة المروية = 50000 × 1.5 × 0.5 / 400 = 8.93 فدان

معدل التسميد = 20 × 8.93 / 0.65 × 0.5 × 16 = 34.3 لتر/ساعة .

التسميد الورقى و التغذية الورقية
Foliar Fertilization

μ :

تعتبر التغذية الورقية طريقة مكملة للتسميد عن طريق الجذور وهى وسيلة سريعة لعلاج أعراض نقص العناصر الغذائية وتلاشى ظهورها كذلك تعتبر عاملاً مساعداً فى زيادة الإنتاج النباتى من حيث الكم والجودة علاوة على إمكانية خلطها مع المبيدات أثناء الرش وتعتبر وسيلة فعالة فى التعويض السريع لنقص العناصر الغذائية بالنباتات فهى حل أمثل وسريع لعلاج النقص وخصوصاً فى حالة العناصر الصغرى وبعض العناصر الكبرى ، وتتعدد أنواع الأسمدة الورقية على حسب الحاجة المطلوبة منها فهى إما أن تكون فى صورة :-

- **عناصر كبرى منفردة أو محملة مع أحماض عضوية أو أمينية .**
- **عناصر كبرى فى صورة متوازنة مركبة وقد يخلط معها مواد منشطة كالأحماض العضوية والأمينية .**
- **فى صورة صغرى منفردة (مخلبة أو غير مخلبة) .**
- **فى صورة خليط من العناصر الصغرى بصورة متزنة وهى إما محملة على أحماض أمينية أو عضوية أو مخلبيات أو غير مخلبة .**

أسس اختيار السماد الورقى :-

يتحدد اختيار أو شراء السماد الورقى على عدة أسس ، منها : (عن الشاذلى ، 1999)

1) حالة النقص : يحدد ما إذا كانت أعراض النقص لعنصر واحد أو لعدة عناصر .
2) تركيب السماد الورقى : من حيث العناصر التى تدخل فى تركيب السماد ، ونسبة هذه العناصر فيه .
3) الغرض من استخدام السماد الورقى : يتحدد ذلك بالغرض من الرش هل سيتم رش هذه الأسمدة الورقية على النباتات بغرض وقائى وتحسباً لظهور أعراض النقص فى مثل هذه الأراضى ، أو سيكون الغرض من الرش علاجياً ، أى إن أعراض نقص العناصر الغذائية قد ظهرت ، وبالتالى سيتحدد عدد الرشات من السماد الورقى الواجب رشها .
4) سعر السماد الورقى يتوقف على كمية السماد الواجب استخدامها فى الرش للفدان الواحد ، وتركيز العناصر فيه مقارنة بسماد ورقى آخر ، ويرتبط ذلك بالزيادة المتوقعة فى المحصول .
5) يجب أن يحتوى السماد الورقى على نسبة (5٪) من العناصر الغذائية الضرورية الصغرى إذا كانت هذه العناصر فى صورة مخلبية أو (15٪) من حالة ما إذا كانت هذه العناصر بصورة معدنية .
6) مواعيد الرش : تختلف احتياجات النباتات من العناصر الغذائية المختلفة سواء عناصر كبرى أو صغرى حسب مراحل النشاط الفسيولوجى لها (نمو خضرى – نمو زهرى –

العقد – نضج الثمار) واحتياجاته من كل عنصر فى كل مرحلة ففى العادة فى أشجار الفاكهة فإن نموها الخضرى والزهرى يكون على دورات تسمى بدورات النمو ، والدورة الرئيسية للنمو فى هذه الأشجار (تختلف حسب طبيعة نمو الأشجار ، فالأشجار المستديمة الخضرة مثل الموالح – المانجو لها أكثر من دورة نمو إحداها رئيسية وتمثل (75٪) من النمو تكون فى الربيع والثانية والثالثة فتكون فى الصيف والخريف وتمثل (10 – 25٪) من الدور الرئيسية فى الربيع ، أما أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق مثل العنب – التفاحيات – الحسليات ، فلها دورة نمو واحدة رئيسة فى الربيع فقط وبالتالى تظهر أعراض نقص العناصر الصغرى مثل الحديد والزنك والمنجنيز على الأوراق الصغيرة الحديثة النمو فى الربيع .

وعموماً ففى بداية نمو النباتات فإن الاحتياج شديد للعناصر الكبرى وعلى الأخص النيتروجين لزيادة كثافة النمو الخضرى والزهرى وفى مرحلة عقد ونمو ونضج وكبر حجم الثمار تتطلب الأشجار كميات كبيرة من عنصر البوتاسيوم الذى يلعب دوراً مهماً فى عقد الثمار وزيادة حجمها وتلوينه ، والتقليل فى هذه المرحلة من التسميد النيتروجينى حتى يسمح للثمار بالنضج والتلوين حيث أن زيادة التسميد النيتروجينى فى هذه المرحلة يؤخر من وصول الثمار لمرحلة النضج والتلوين .

7) من الأفضل إضافة اليوريا بتركيز (0.5٪) لمحلول رش العناصر الصغرى ، وهذا ضرورى جداً حيث تقوم بتنشيط امتصاص هذه العناصر وزيادة فعاليتها فى علاج أعراض النقص وزيادة النمو والمحصول وكذلك إضافة المواد الناشرة مثل (يونى فيلم أو الترايتون B أو التوين ...) .

بعض التطبيقات المهمة لمعاملات الرش الورقى بالعناصر الغذائية :

Practical impotance of Foliar Application of Mineral Nutrients

1) انخفاض صلاحية العناصر الغذائية فى التربة :

Low Nutrients Availability in Soils.

فى الأراضى الجيرية الكلسية (Calcareous Soils) عادة نجد أن صلاحية العناصر الصغرى مثل الحديد – الزنك – المنجنيز قليلة جداً وذلك لعوامل كثيرة ذكرت فيما سبق ومنها ارتفاع PH الأرض نحو القلوية وزيادة نسبة كربونات الكالسيوم فى هذه الأراضى كمثال وجد وعلى نطاق واسع اصفرار على أشجار الفاكهة أطلق عليه بالاصفرار الناشئ عن نقص الحديد فى التربة والمتسبب عن وجود الجير فى الأرض (Lime - induced Chlorosis) ووجد أن الرش الورقى بالحديد لتعويض هذا النقص من أفضل الوسائل لعلاج هذا النقص ، إذا ما قورن بالإضافة الأرضية كذلك يعتبر الرش الورقى بالحديد فى هذه الأراضى الأكثر فعالية لعلاج نقص الحديد على النباتات عما لو أضيف هذا الحديد المخلبى للتربة .

كذلك فإن نمو النباتات فى الأراضى الجيرية الكلسية يعرضها إلى ظهور أعراض نقص المنجنيز وعلى نطاق واسع وأن الرش الورقى بالمنجنيز هو الطريق الأمثل لعلاج هذا النقص ونتيجة لبطء تحرك (Mn) فى أوعية الخشب فيلزم إجراء أكثر من معاملة رش بالمنجنيز خلال الموسم لعلاج هذا النقص على النباتات . (Gettier et. al, 1985)

وفى أشجار الفاكهة فإن الرش الورقى بالبورن فى الخريف ذا أثر فعال جداً فى زيادة محتوى أوراق الأشجار من البورون ، وخاصة البراعم الزهرية وزيادة عقد الثمار فى خلال موسم النمو التالى . (Hanson et. al, 1985; Hanson 1991 a,b)

2) الأراضى الجافة السطحية Dry Topsoil :

فى المناطق النصف جافة Semiarid regions حيث يكون الماء الميسر فى الطبقة السطحية ضعيفاً مما يتبعه انخفاض فى صلاحية العناصر الغذائية فى هذه الطبقة أثناء موسم النمو ، وهى ظاهرة عامة فى مثل هذه المناطق ، ويصبح هذا العامل محددا للنمو بتلك الأراضى ، وتحت هذه الظروف فإن المعاملات الأرضية أو التسميد الأرضى بالعناصر الغذائية يكون غير ذى أثر فعال ما قورن بالتسميد الورقى .

3) انخفاض فى نشاط الجذور أثناء مرحلة الإزهار والعقد ونمو الثمار :

Decrease in Root Activity during Reproductive Stage

فى أثناء الإزهار والعقد وخاصة عند نمو الثمار وكبرها فى الحجم يحدث تنافس بينها وبين الجذور على الكربوهيدرات ، وتكون النتيجة فى غير صالح الجذور فيقل نشاطها ،و بالتالى يقل امتصاصها للعناصر الغذائية ، فى هذه الفترة يكون من الأفضل رش النباتات بالعناصر الغذائية المختلفة وخاصة اليوريا كمصدر للنيتروجين والبوتاسيوم ، وذلك لزيادة محتوى النبات من البروتين والكربوهيدرات ، ولزيادة نشاط الجذور ، وزيادة امتصاصها للعناصر الغذائية .

4) زيادة محتوى الثمار من الكالسيوم :

Increase in Calcium Content of Fruits

إن نقص الكالسيوم يسبب عديداً من الأضرار لعديد من أشجار الفاكهة ونباتات الخضر وخاصة التفاح فتصاب الثمار بمرض النقر المرة Bitter Pit وذلك راجع لانتقال عنصر الكالسيوم المحدود فى أنسجة الخشب بالأشجار ، ولذلك فإن الرش الورقى بعنصر الكالسيوم مباشرة على الثمار ، وقيل ظهور أعراض هذا المرض ، على أن يكون الرش لأكثر من مرة حتى يصبح أكثر فعالية . (Schumacher and Frantenhauser, 1968)

5) الامتصاص الورقى أو التسميد الورقى وعلاقته بطرق رى أشجار الفاكهة :

وجد أن العناصر الغذائية الممتصة عن طريق الرش الورقى لها أثر جانبى سلبى ، إذا تمت من خلال الرى بالرش Sprinker irrgation ، وكان الماء المستخدم مالح Saline Water . (Bernstein and Francois 1975)

كما يظهر فى جدول (   ) التالى الذى يوضح تأثير الرى بالماء المالح بواسطة طرق الرى الحديثة (الرش – التنقيط) على المحتوى المعدنى للأوراق من العناصر الغذائية .

محتوى الماء من الأملاح	محتوى الأوراق من العناصر الغذائية (مول/100 جرام مادة جافة)					
	كلوريد		الصوديوم		البوتاسيوم	
	الرش	التنقيط	الرش	التنقيط	الرش	التنقيط
منخفض	110	20	20	1	110	118
متوسط	121	51	26	1	97	121
عال	165	76	48	1	86	113

ولقد وجد أن الرى بالرش يؤدى إلى زيادة كبيرة جداً فى محتوى الأوراق من الكلوريد والصوديوم ، إذا كان الماء المستخدم مالحاً أكثر مما لو استخدم الرى بالتنقيط Drip irrigation (إضافة الماء عن طريق سطح الأرض) حيث أن مستوى أو محتوى كلا العنصرين فى الأوراق يصبح أكثر سمية إذا كان الماء المستخدم فى الرى بالرش مالحاً (Francois and Clark, 1979) ، (Maas, 1985) ولكن ما هو تأثير كلا النوعين من الرى على محتوى الأوراق من عنصر البوتاسيوم ؟ فى حالة الرى بالرش فإن محتوى الأوراق من البوتاسيوم يكون منخفضاً ويزداد هذا الانخفاض ، كلما زاد محتوى ماء الرى من الملوحة ، نستنتج من هذا أن الرى بالرش يؤدى إلى غسيل أو فقد البوتاسيوم من الأوراق ويشجع هذه العملية إحلال الصوديوم محل البوتاسيوم فى أنسجة الورقة .

عموماً ، فإن الحساسية الناتجة من أضرار الرش عن طريق الرى بالرش بالماء المالح يعتمد أكثر على خواص سطح الورقة (الامتصاص الورقى من خلال Epidermis البشرة) أكثر من تلك المحاصيل التى لها قدرة تحمل للملوحة ، ولقد وجد أن الفواكه المتساقطة الأوراق مثل (اللوز ، المشمش) حساسة جزئياً للأضرار الناشئة للأوراق ، عندما يكون الماء المستخدم فى الرى بالرش مالحاً .

تعليمات عامة لاستخدام الأسمدة الورقية

1) يفضل الرش فى الصباح الباكر أو بعد فترة الظهيرة (مساء) .
2) يفضل إضافة مادة ناشرة ولاصقة لتحسين كفاءة السماد المحافظة عليه .
3) يتم رش المجموع الخضرى كاملاً وفى حالة وجود إزهار يتم الرش باستخدام نظام الشمسية (وهو رش غير مباشر) حتى لا تتساقط الأزهار .
4) فى حالة وجود رياح أو أمطار يفضل عدم الرش .
5) يراعى أن يكون اتجاه الرش مع اتجاه الرياح (الهادئ) وليس عكسه .
6) يجب عدم رش النباتات وهى فى حالة عطش ويفضل الرش بعد الرى .

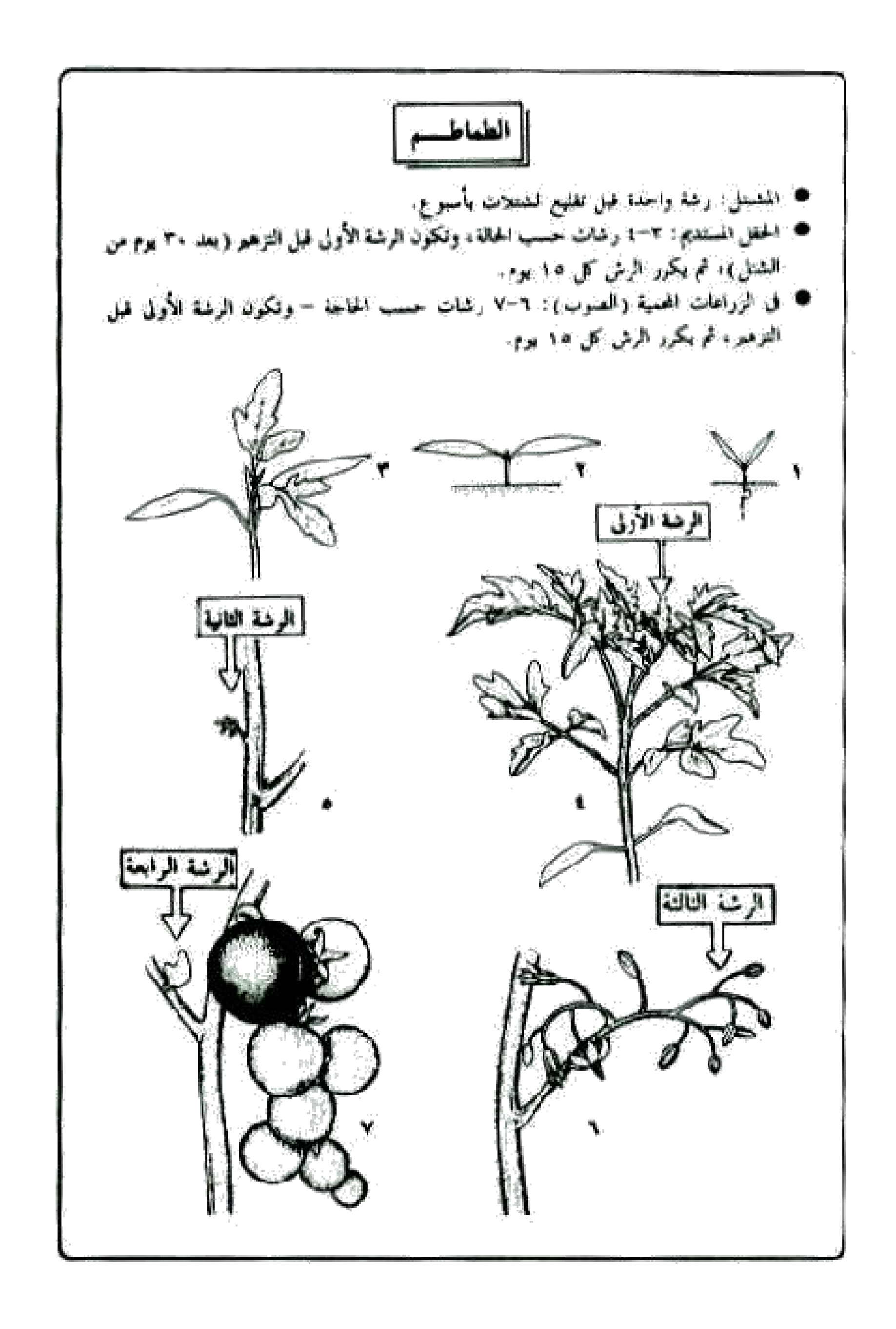
إرشادات تحضير محلول الرش

1) عدم إضافة المركب السمادي مباشرة إلى خزان موتور الرش بل تذاب الكمية أولاً فى دلو أو أى وعاء بلاستيك به كمية من الماء حتى تمام الذوبان ثم يضاف إلى خزان موتور الرش المملوء بالماء .
2) يفضل عدم خلط المركبات المحتوية على فوسفور أو كبريتات على أى مركب به عنصر الكالسيوم حتى لا يتفاعل معه (يفضل دراسة قابلية الخلط أولاً ..).
3) يفضل غسيل الرشاشة جيداً من المحلول السابق استخدامه قبل إضافة أى مركب جديد لها.
4) تقسيم الكمية المحددة من السماد أو المركب للمساحة على عدد مرات ملئ خزان موتور الرش أو الرشاشة حسب كل حالة .
5) يراعى أن يكون الماء المستخدم فى الرش خالى من الشوائب وغير ملوث وكذلك لا يحتوى على أملاح بتركيزات عالية .

إرشادات عملية الرش

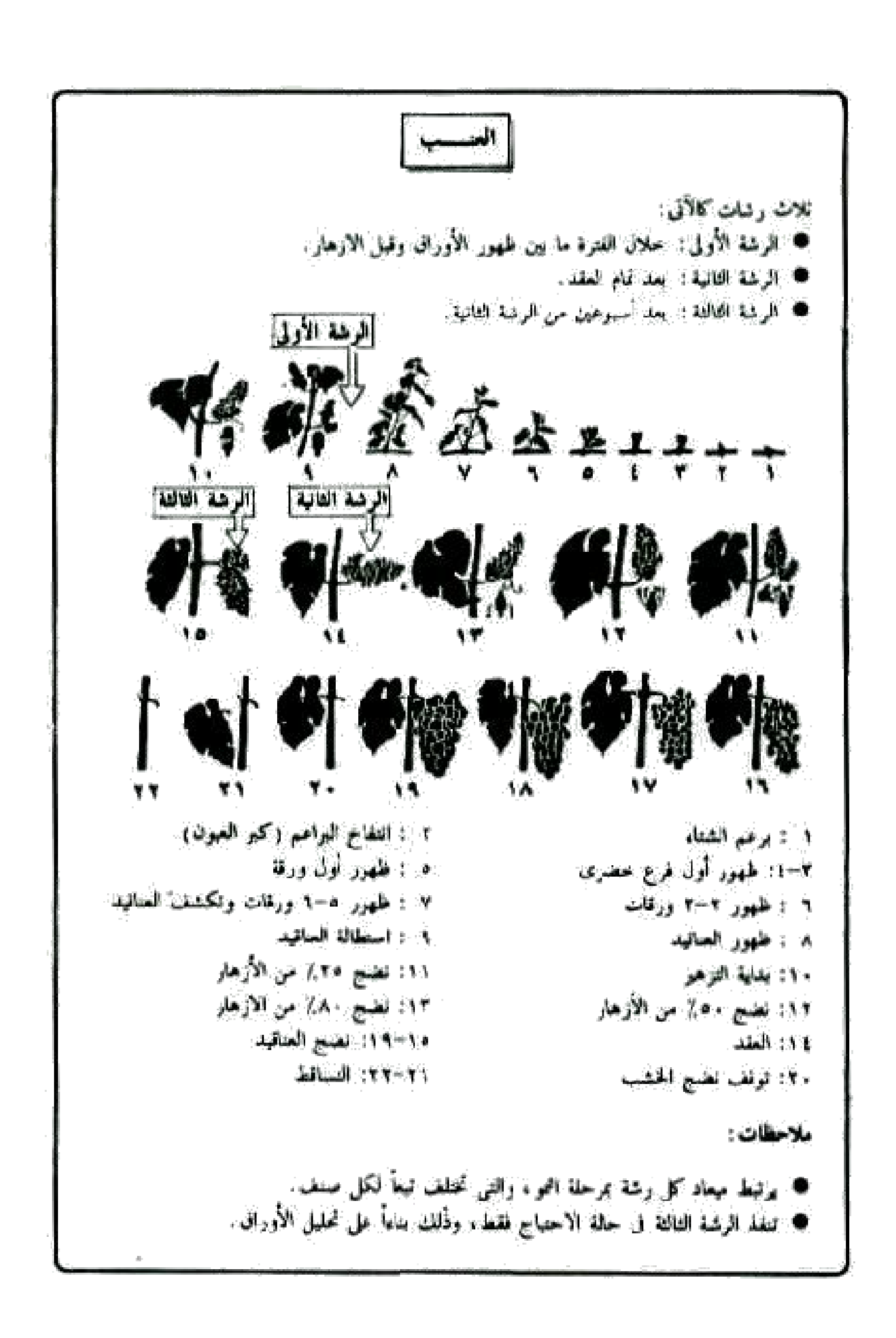
1) استخدام طرق الرش التى تضمن خروج محلول الرش فى صورة رذاذ دقيق ، حتى لا تتجمع حبيبات محلول الرش وتتزلق من على سطح الورقة ، وهذا يمثل فاقداً فى السماد أو المركب المراد رشه .
2) رش جميع النباتات رشاً متساوياً ومن جميع الجهات على شكل شمسية ، مع رش الأجزاء العليا أولاً بمعنى أن يكون الرش من أعلى لأسفل .
3) سرعة التحرك حول النباتات أثناء عملية الرش .
4) رش جميع مسطحات الأوراق رشاً جيداً مع التركيز على النموات الحديثة .
5) ضمان وصول محلول الرش للسطح السفلى للأوراق ، لأنه السطح الأكثر قدرة على الامتصاص .
6) يراعى عند رش الأشجار الكبيرة الحجم أن يكون الرش من الداخل والخارج .
7) عدم تكرار أو إعادة الرش بكمية المحلول المتبقية خوفاً من زيادة التركيز عن المعدل على بعض النباتات .

وفيما يلى أهم التوصيات الخاصة برش بعض المحاصيل البستانية والحقلية بالعناصر الصغرى .



الطماطـــم

- المشتل: رشة واحدة قبل تقليع لشتلات بأسبوع.
- الحقل المستديم: ٣-٤ رشات حسب الحالة، وتكون الرشة الأولى قبل التزهير (بعد ٣٠ يوم من الشتل)، ثم يكرر الرش كل ١٥ يوم.
- في الزراعات المحمية (الصوب): ٦-٧ رشات حسب الحاجة - وتكون الرشة الأولى قبل التزهير، ثم يكرر الرش كل ١٥ يوم.



العنب

ثلاث رشات كالآتي:

- الرشة الأولى: خلال الفترة ما بين ظهور الأوراق وقبل الأزهار.
- الرشة الثانية: بعد تمام العقد.
- الرشة الثالثة: بعد أسبوعين من الرشة الثانية.

١ : برعم الشتاء

٢ : انتفاخ البراعم (كبر العيون)

٣-٤: ظهور أول فرع خضرى

٥ : ظهور أول ورقة

٦ : ظهور ٢-٣ ورقات

٧ : ظهور ٥-٦ ورقات وتكشف العناقيد

٨ : ظهور العناقيد

٩ : استطالة العناقيد

١٠: بداية التزهير

١١: تفتح ٢٥٪ من الأزهار

١٢: تفتح ٥٠٪ من الأزهار

١٣: تفتح ٨٠٪ من الأزهار

١٤: العقد

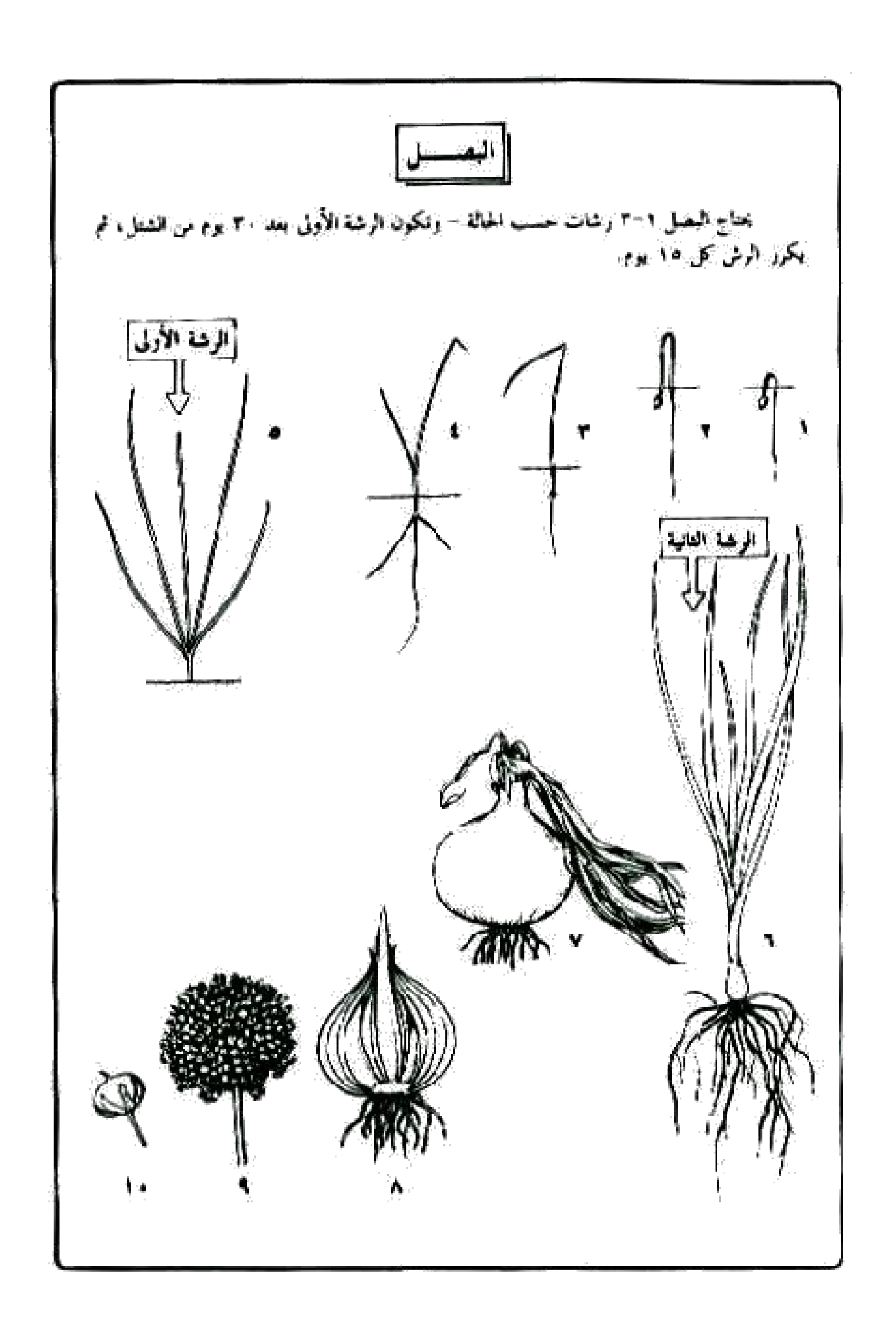
١٥-١٩: نضج العناقيد

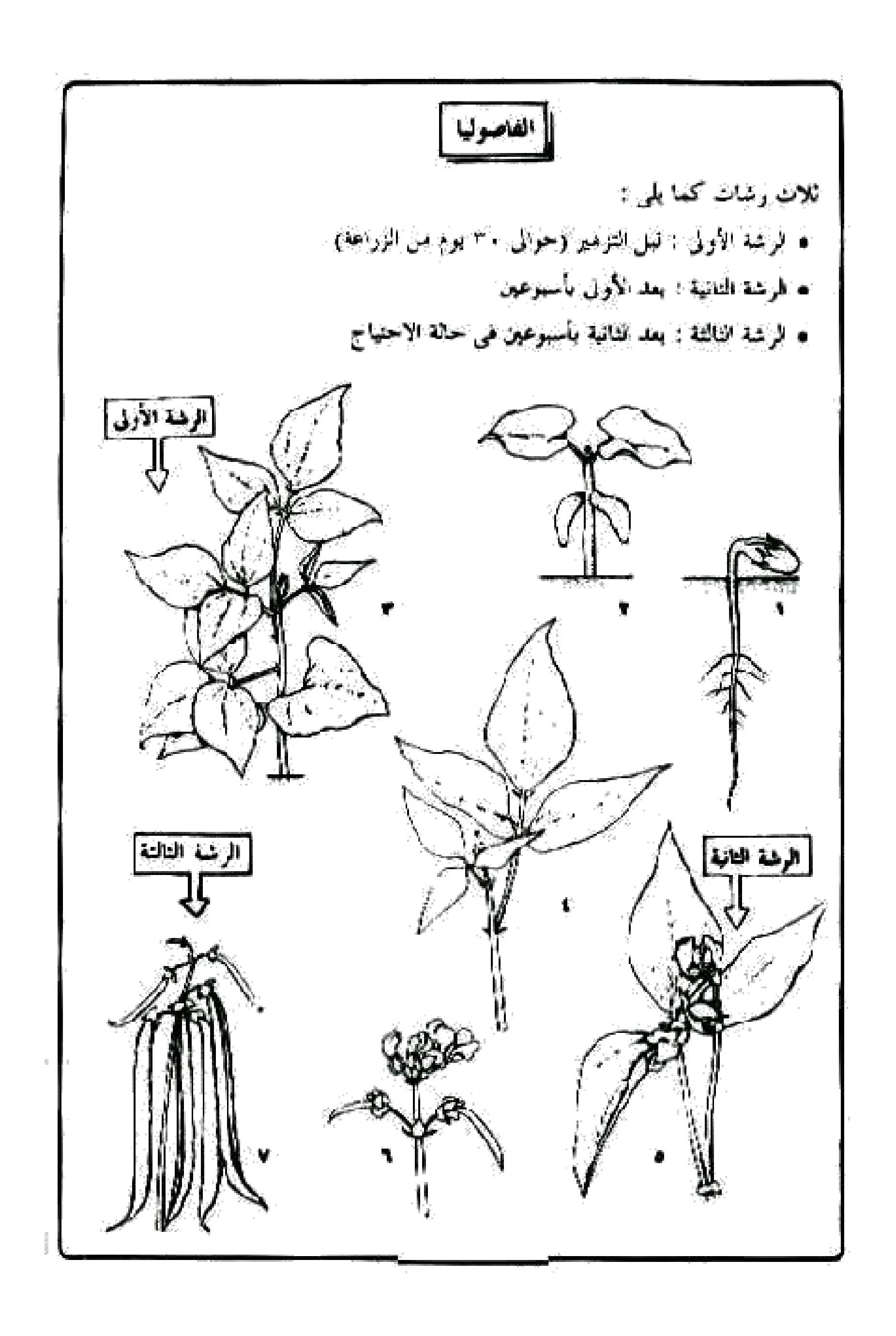
٢٠: توقف نضج الخشب

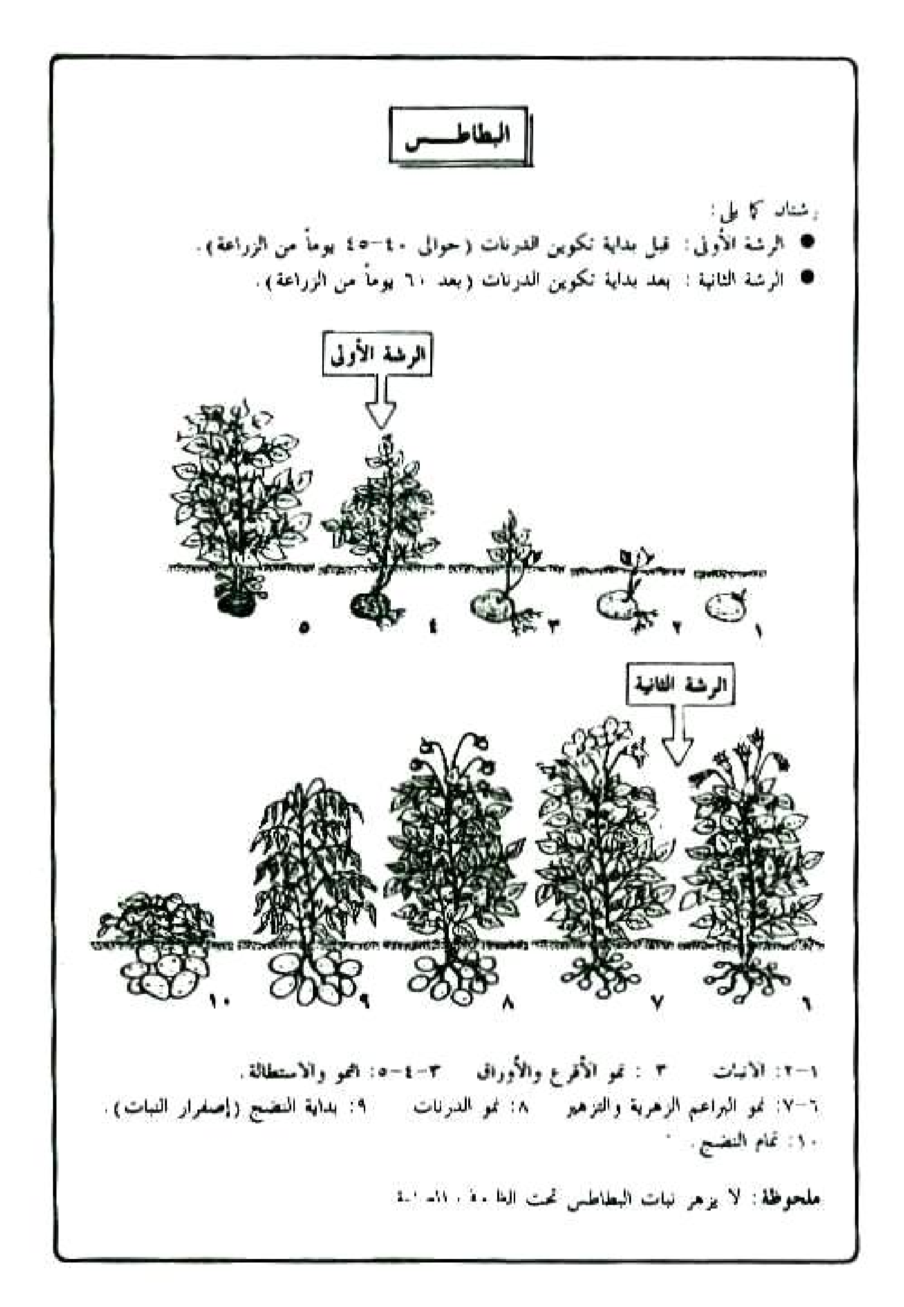
٢١-٢٢: التساقط

ملاحظات:

- يرتبط ميعاد كل رشة بمرحلة النمو، والتى تختلف تبعاً لكل صنف.
- تنفذ الرشة الثالثة فى حالة الاحتياج فقط، وذلك بناءاً على تحليل الأوراق.


البصل
يحتاج البصل ١-٣ رشات حسب الحالة – وتكون الرشة الأولى بعد ٣٠ يوم من الشتل، ثم يكرر الرش كل ١٥ يوم.
الرشة الأولى
الرشة الثانية
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٩
١٠


الفاصوليا
ثلاث رشات كما يلى :
• الرشة الأولى : قبل التزهير (حوالى ٣٠ يوم من الزراعة)
• الرشة الثانية : بعد الأولى بأسبوعين
• الرشة الثالثة : بعد الثانية بأسبوعين فى حالة الاحتياج
الرشة الأولى
الرشة الثانية
الرشة الثالثة
١
٢
٣
٤
٥
٦
٧



البطاطس

رشتان كما يلي :

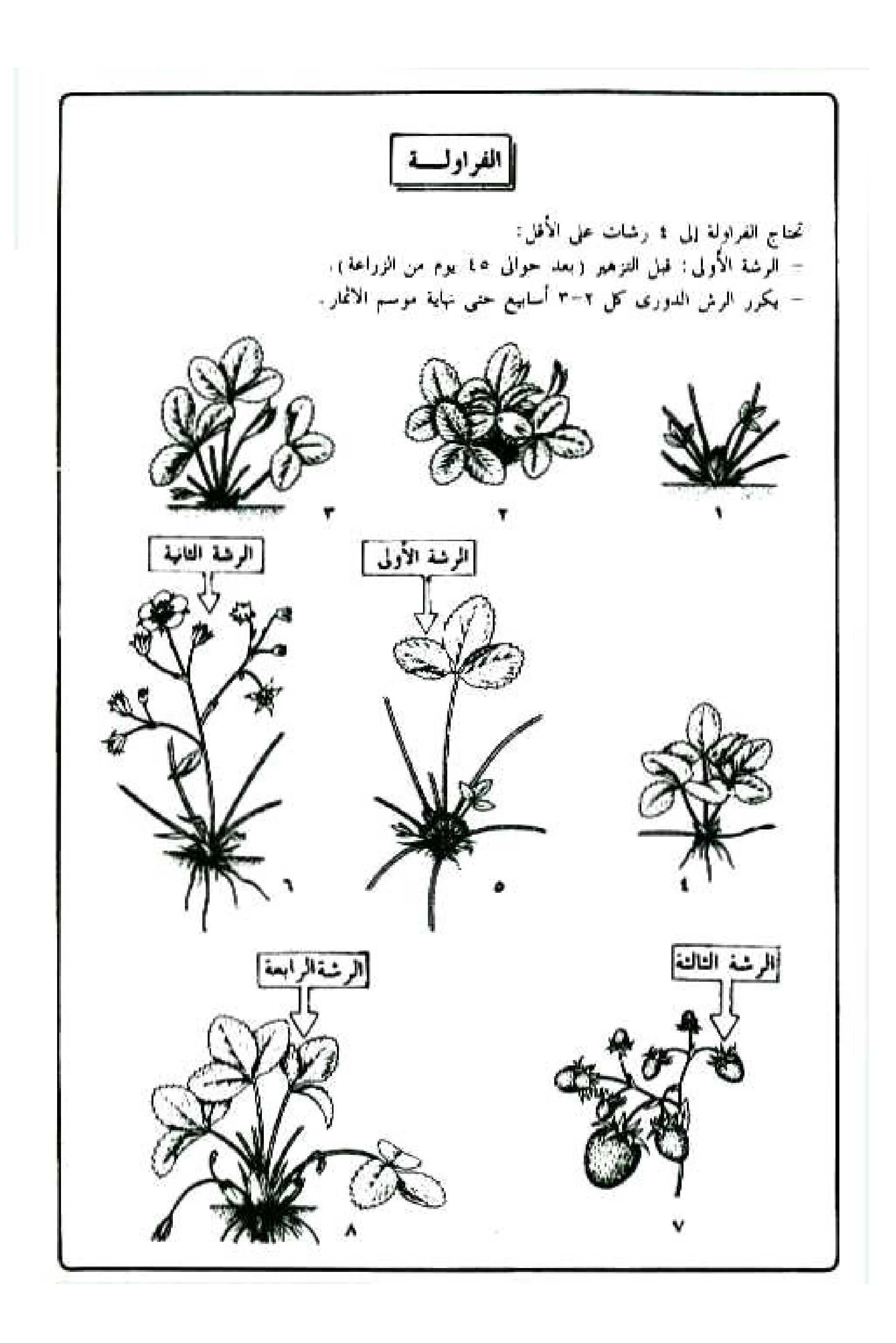
- الرشة الأولى : قبل بداية تكوين الدرنات (حوالى ٤٠-٤٥ يوماً من الزراعة) .
- الرشة الثانية : بعد بداية تكوين الدرنات (بعد ٦٠ يوماً من الزراعة) .

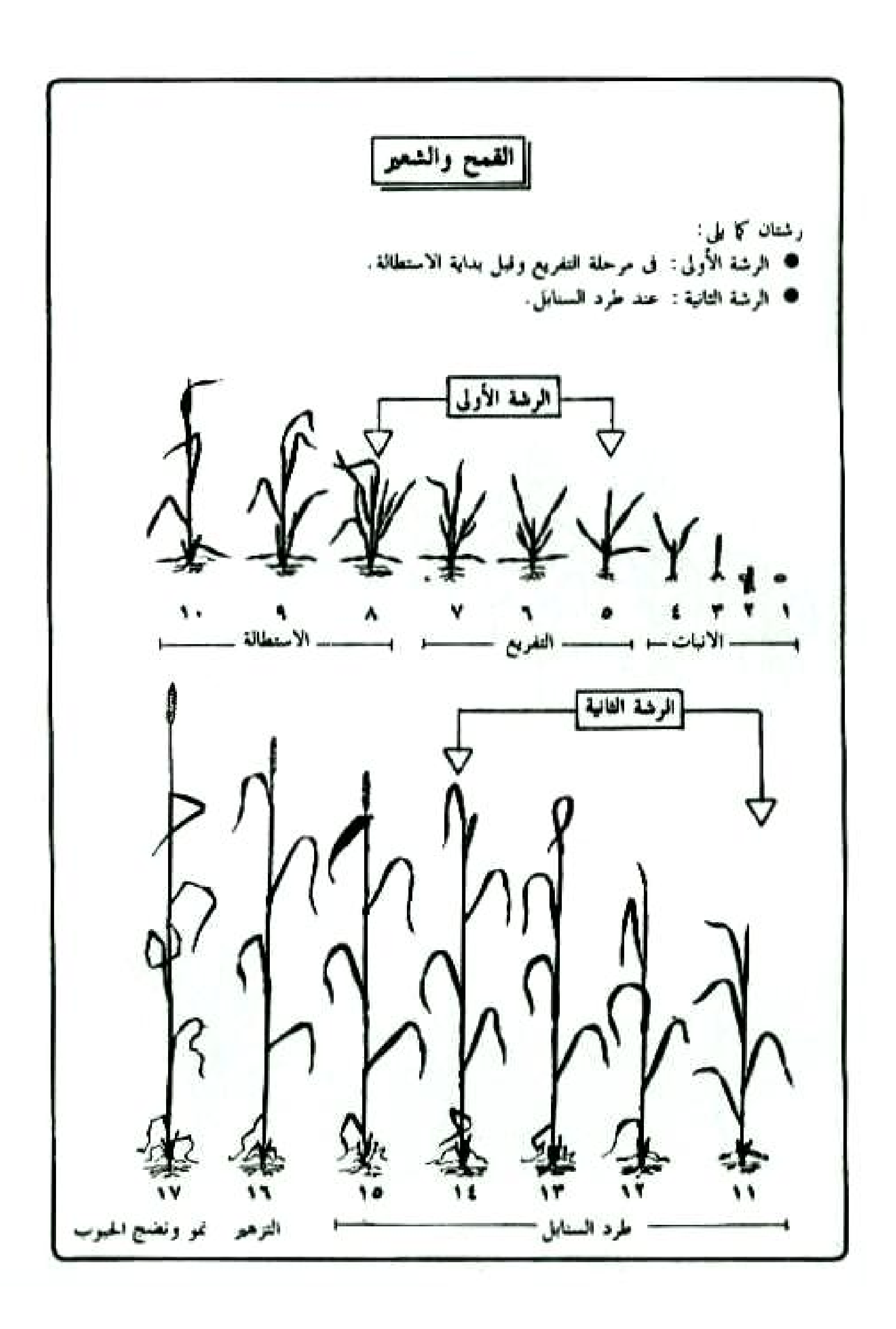
١-٢: الإنبات ٣ : نمو الأفرع والأوراق ٣-٤-٥: النمو والاستطالة .

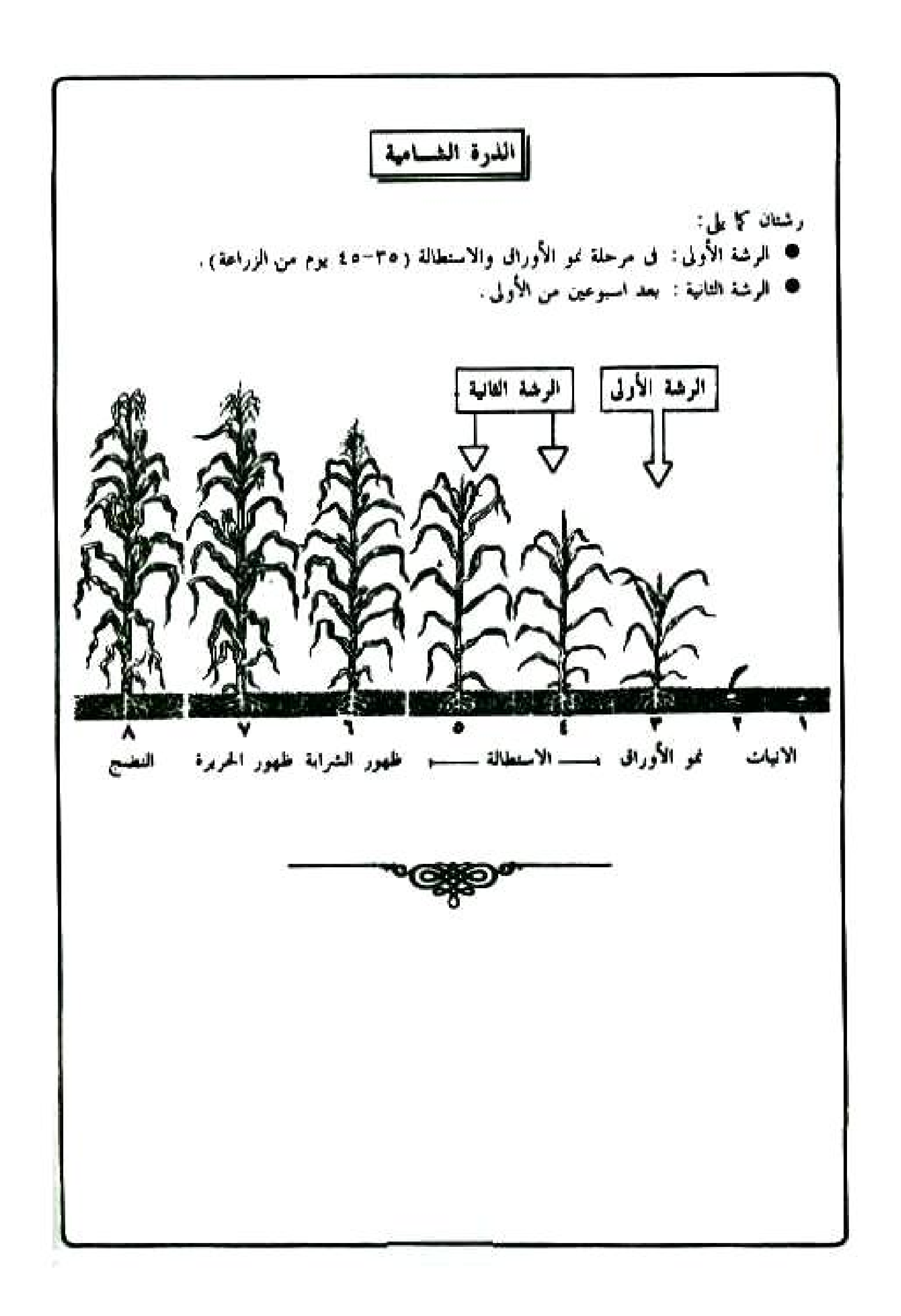
٦-٧: نمو البراعم الزهرية والتزهير ٨: نمو الدرنات ٩: بداية النضج (إصفرار النبات) .

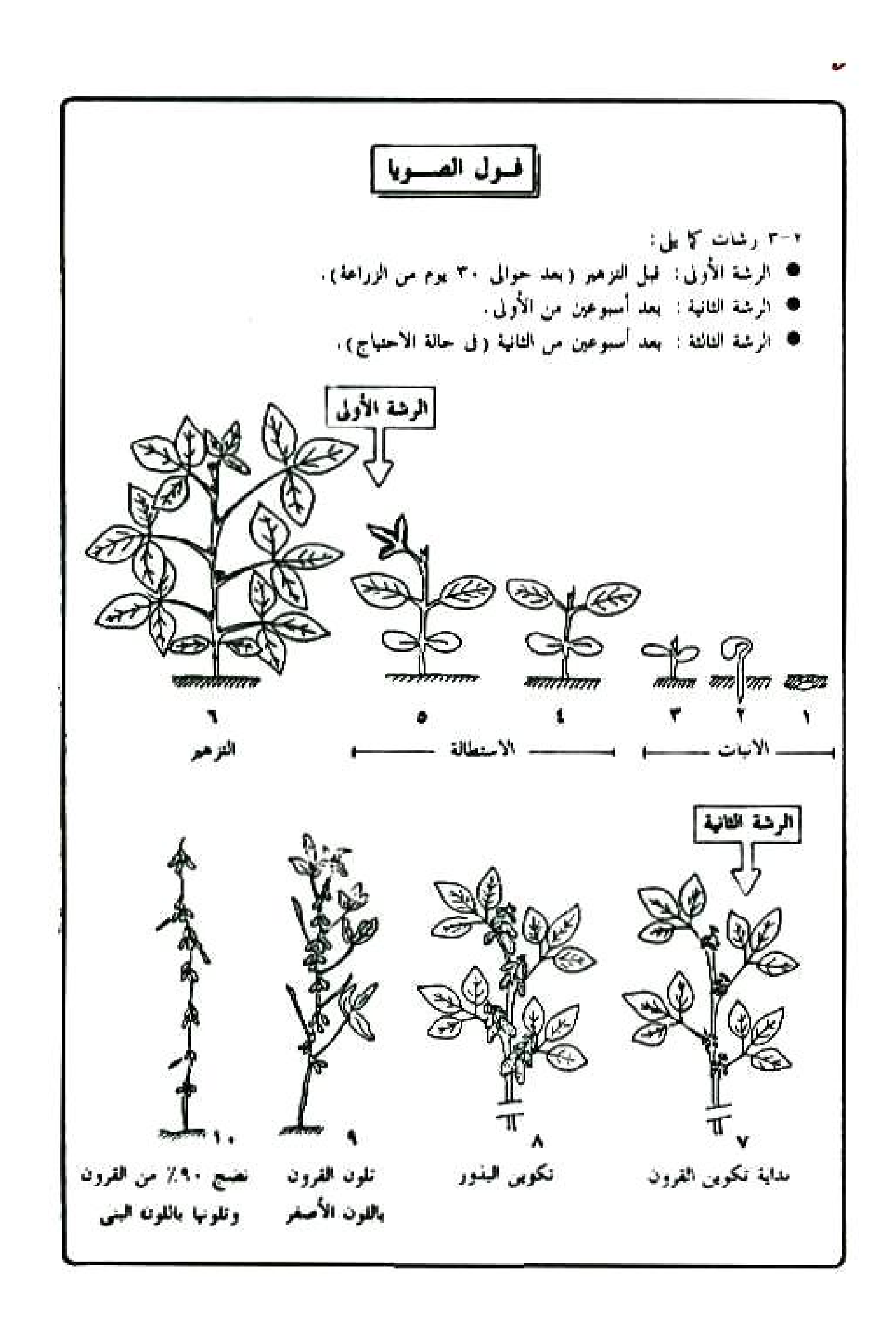
١٠ : تمام النضج .

ملحوظة: لا يزهر نبات البطاطس تحت [illegible]


الفراولـــة
تحتاج الفراولة إلى ٤ رشات على الأقل:
– الرشة الأولى: قبل التزهير (بعد حوالى ٤٥ يوم من الزراعة).
– يكرر الرش الدورى كل ٢-٣ أسابيع حتى نهاية موسم الأثمار.
١
٢
٣
الرشة الأولى
الرشة الثانية
٤
٥
٦
الرشة الثالثة
الرشة الرابعة
٧
٨

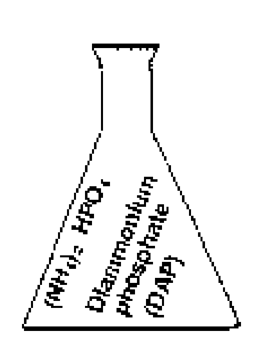

القمح والشعير
رشتان كما يلي :
● الرشة الأولى : فى مرحلة التفريع وقبل بداية الاستطالة .
● الرشة الثانية : عند طرد السنابل .
الرشة الأولى
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠
الانبات
التفريع
الاستطالة
الرشة الثانية
١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧
طرد السنابل
التزهير
نمو ونضج الحبوب

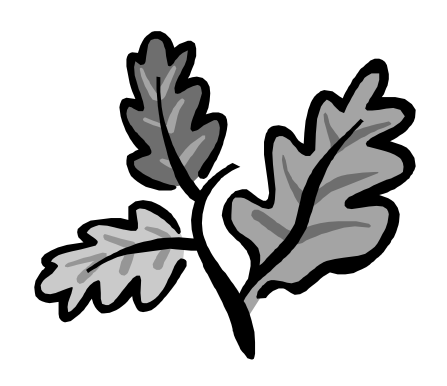

الذرة الشامية
رشتان كما يلي:
● الرشة الأولى: في مرحلة نمو الأوراق والاستطالة (٣٥-٤٥ يوم من الزراعة).
● الرشة الثانية: بعد اسبوعين من الأولى.
الرشة الأولى
الرشة الثانية
١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨
الانبات
نمو الأوراق
الاستطالة
ظهور الشرابة
ظهور الحريرة
النضج


فول الصويا
٢-٣ رشات كما يلي:
● الرشة الأولى: قبل التزهير (بعد حوالى ٣٠ يوم من الزراعة).
● الرشة الثانية: بعد أسبوعين من الأولى.
● الرشة الثالثة: بعد أسبوعين من الثانية (فى حالة الاحتياج).
الرشة الأولى
١
٢
٣
٤
٥
٦
الإنبات
الاستطالة
التزهير
الرشة الثانية
٧
٨
٩
١٠
بداية تكوين القرون
تكوين البذور
تلون القرون باللون الأصفر
نضج ٩٠٪ من القرون وتلونها باللون البنى

الفصل الخامس

طرق التعرف على حاجة النبات للتسميد







طرق التعرف على حاجة النبات للتسميد

أ) التعرف على الحاجة للتسميد من أعراض نقص العناصر :

تظهر أعراض نقص العناصر بصفة خاصة وقت التزهير والإثمار ، إذ تزداد احتياجات النبات للعناصر الغذائية خلال تلك الفترة أو مع بداية النمو فى حالة الأراضى الفقيرة .

وحتى تسهل دراسة أعراض نقص العناصر ، فانه يلزم تقسيمها إلى مجاميع تشترك فيها عناصر كل مجموعة فى أعراض خاصة فيما بينهما . عن (حسن ، 1996) .

تقسيم العناصر المغذية حسب أعراض نقصها :

1) عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها على الأوراق المسنة أولاً ، وهى : **(الفوسفور ، والبوتاسيوم ، والموليبدنم ، والمغنيسيوم ، والكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين) .**

الفوسفور : يبقى لون الأوراق أخضر قاتماً ، وقد يظهر لون أخضر محمر أو قرمزى على نصل الأوراق والعروق والسيقان ، خاصة من الجانب السفلى للأوراق ، ويظهر فى أوراق البطاطس التفاف وبهتان فى اللون وبعض الاحتراق ، وعموماً .. فإن النباتات تكون ضعيفة النمو ، وتكون السيقان متخشبة ، ويقف نمو الجذور الليفية ، ويتأخر عقد الأزهار ونضج الثمار .

البوتاسيوم : تأخذ الأوراق المسنة لوناً أخضر رمادياً ، ثم يتغير إلى اللون البرونزى أو البنى المصفر ، وتلتف حواف الأوراق ، ويكون نمو النبات بطيئاً ، ويضعف نمو الجذور ، ويظهر عدم تجانس فى نضج الثمرة الواحدة وتحترق حواف الأوراق .

أ. يظهر لون اصفر بين العروق فى أنسجة الورقة ، بينما تظل العروق بلون أخضر داكن ، ويشترك فى هذه الأعراض كل من : الموليبدنم ، والمغنيسيوم .

الموليبدنم : يكون لون الأوراق الصغيرة أخضر عادياً ، ثم تتبرقش مع كبرها فى السن ، وتظهر بقع بنية اللون على طول حافة الورقة ، تكون الأوراق غير طبيعية المظهر ، وفى القنبيط تكون ضيقة جداً (سوطية الشكل) ، ويكون النبات متقزماً ، كما تكون الأقراص مفككة وغير مندمجة.

المغنيسيوم : تلتف حواف الأوراق لأعلى ، ويتغير لون البقع الصفراء إلى اللون البنى ، ثم تموت هذه الأنسجة ، وتظهر فى بعض النباتات صبغات أرجوانية محمرة ، بدلاً من الاصفرار ، وفى الصليبيات يظهر لون على الأوراق ، وعموماً ... يكون الساق سهل التقصف .

ب. **اصفرار الأوراق** : يشترك فى هذه الأعراض كل من : الكبريت ، والنحاس ، والنيتروجين .

الكبريت : تكون الأوراق السفلى سميكة ، والسيقان صلبة ورقيقة ، والجذور كبيرة .

<u>النحاس</u> : تكون الأوراق متدلية ، وقد تكون مطاولة ، خاصة فى الخس ، ويكون نمو النبات بطيئاً ، وفى البصل تكون الأبصال رخوة ، وحراشيفها رفيعة ، وذات لون أصفر باهت .

<u>النيتروجين</u> : قد يعم الاصفرار كل النبات ، ويكون النبات ضعيفاً ومتقزماً ، كما تكون الثمار والجذور أصغر من حجمها الطبيعى .

2) عناصر تشترك فى ظهرو أعراض نقصها على الأوراق الحديثة أولاً ، وهى : (**الحديد ، والمنجنيز ، والزنك**) ، ولا يحدث جفاف فى أى جزء من الورقة .

<u>المنجنيز</u> : تتلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر ، ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البنى ، أو تصبح شفافة ، وفى البنجر تأخذ الأوراق لوناً أحمر داكناً ، وتظهر خطوط مصفرة فى أوراق البصل الذرة .

<u>الزنك</u> : تكون الأوراق الحديثة صغيرة جداً ومبرقشة ومصفرة ، وعادة ما تظهر بها بقع ذات أنسجة ميتة ، وفى الفاصوليا تظهر بقع صفراء بنية محمرة على الأوراق الفلقية ، وتظهر بقواعد أنصال أوراق الذرة خطوط خضراء وصفراء عريضة ، وفى البنجر يظهر اصفرار بين العروق ، وتحترق حواف الورقة ومن الأعراض الأخرى فى الذرة : تأخر ظهور المياسم (الحريرة) ، وعدم امتلاء الكيزان جيداً لعدم تمام التلقيح .

3) عناصر تشترك فى ظهور أعراض نقصها أساساً على الأنسجة النامية للجذور والسيقان ، وهى : (**البورون والكالسيوم**) .

<u>البورون</u> : تتلون حواف الأوراق أحياناً باللون الأصفر أو البنى ، وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة الحديثة ، ويظهر تبرقش بأوراق الخضر الجذرية ، وتظهر فى جذور البنجر بقع فلينية بنية أو سوداء متناثرة عادة قرب السطح ، أو قرب حلقات النمو ، وتظهر فى جذور اللفت والروتاباجا مناطق كثيرة مائية بنية اللون قرب مركز الجذور ، وفى القترنبيط تتلون الأقراص باللون البنى ، وفى البروكلى تتلون البراعم الزهرية باللون البنى ، وتظهر فى سيقان كل من : القنبيط ، والبروكلى ، والكرنب مناطق مائية تصبح شقوقاً بنية اللون فيما بعد وتظهر على السطح الخارجى لأعناق الكرفس بقع طولية متحللة ، كما تظهر على أعناق أوراق السلق خطوط داكنة وتشققات .

الكالسيوم : قد تتلون الأوراق باللون الأصفر ، وتنحنى حواف الأوراق الصغيرة لأعلى وأحياناً تكون حوافها متموجة وغير منتظمة ، وعموماً .. تظهر بقع متحللة فى الجزء العلوى للنبات وتكون السيقان ضعيفة وبطيئة النمو ، ويظهر مرض تعفن الطرف الزهرى فى الطماطم ، ومرض القلب الأسود فى الكرفس ، واحتراق حواف الأوراق فى الخس .

التنافس بين العناصر المغذية بعضها البعض ، وتأثير ذلك على ظهور أعراض نقص العناصر :

تؤدى زيادة عنصر		إلى ظهور أعراض نقص عنصر
النيتروجين	←	البوتاسيوم
البوتاسيوم	←	المغنيسيوم
الفوسفور	←	البوتاسيوم
المغنيسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم	←	الكالسيوم
الكادميوم ، والكوبالت ، والنحاس ، والمنجنيز ، والنيكل ، والزنك	←	الحديد
الفوسفور	←	الزنك ، الحديد

كما تؤدى زيادة امتصاص بعض العناصر إلى حدوث تسمم بالنبات ، وظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر الأخرى ، مثال ذلك ما يلى :-

تؤدى زيادة عنصر		إلى ظهور أعراض نقص عنصر
الصوديوم ، الكلور	←	البوتاسيوم (نتيجة لظهور احتراق بحواف الأوراق)
المنجنيز	←	المنجنيز أيضاً
الألومنيوم	←	الفوسفور
الزنك ، النحاس ، المنجنيز ، الكوبالت ، النيكل ، الكروم	←	الحديد

العوامل المؤدية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص العناصر :

من أهم هذه العوامل ما يلى :-

1. تؤدى بعض الظروف البيئية إلى ظهور أعراض شبيهة بأعراض نقص بعض العناصر ، مثال ذلك ما يلى :-

الحرارة المنخفضة	صبغات بنفسجية محمرة	الفوسفور
الجفاف والحرارة العالية	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
الرياح	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
سوء الصرف	لون بنفسجى ←	الفوسفور
	لون أصفر ←	النيتروجين
	احتراق بحواف الأوراق	البوتاسيوم
	اصفرار جزئى	المنجنيز – الحديد

ب) التعرف على الحاجة للتسميد بواسطة النباتات الحساسة للعناصر المختلفة :

يمكن التعرف على حاجة محاصيل الخضر على سبيل المثال للتسميد بزراعة النباتات الحساسة لهذه العناصر Indicator Plants ، فمثلاً تعتبر المحاصيل التالية أكثر حساسية من غيرها لنقص عناصر معينة ، وهى التى ينصح بزراعتها للاستدلال على نقص هذه العناصر .

ينصح بزراعة	لاكتشاف نقص عنصر
القنبيط – البروكولى – الكرنب	النيتروجين
الكيل	الفوسفور
القنبيط – البروكولى – الكرنب	الكالسيوم
القنبيط	المغنيسيوم
البطاطس – الفول الرومى – القنبيط	البوتاسيوم
بنجر السكر	الصوديوم
القنبيط – البروكولى – الكرنب – البطاطس	الحديد
بنجر السكر – البطاطس	المنجنيز
بنجر السكر	البورون
القمح	النحاس
النجيليات – الكتان	الزنك
القنبيط – الخس	الموليبدنم

نقلاً عن (حسن ، 1996)

ج) التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل التربة :

يستفاد من تحليل التربة فى تقدير محتواها من العناصر الغذائية ، وبالتالى فى تحديد مدى الحاجة للتسميد ، ويُقتدى فى هذا الشأن بمستويات العناصر التى يجب أن تتوفر فى التربة للنمو الجيد ، كما هو مبين فى جدولى (   ) (   ) .

جدول ( ) : المستويات المنخفضة والمعتدلة والمرتفعة من العناصر الغذائية الأولية فى التربة (عن Minges وآخرين 1971) نقلاً عن (حسن ، 1996) .

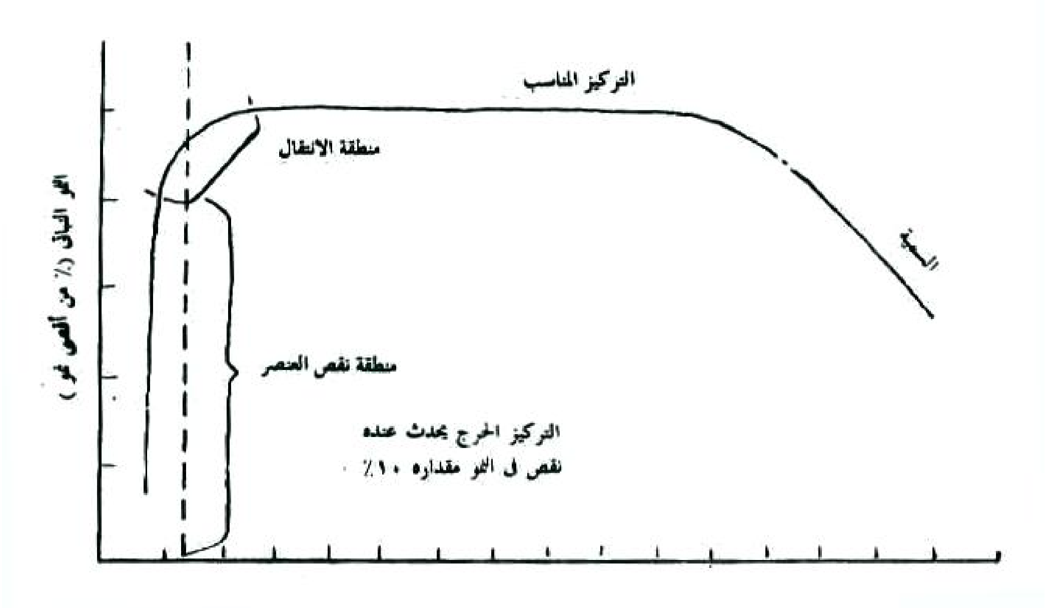
العنصر	مستويات العنصر بالكجم / فدان		
	منخفض	معتدل	مرتفع
النترات (NO_3)	صفر – 12	36 – 12	48 – 36
الفوسفور الذائب (P)	صفر – 15	45 – 15	45 <
البوتاسيوم المتبادل (K)	صفر – 90	180 – 90	180 <

جدول ( ) : مستويات التربة من العناصر الدقيقة التى يجب أن تتوفر للنمو الجيد (عن Buckman & Brady, 1960) نقلاً عن (حسن ، 1996) .

العنصر	المدى الطبيعى		المستوى المعتدل (جزء فى المليون)
	(٪)	(جزء فى المليون)	
الحديد	5.0 – 0.5	50000 – 5000	25000
المنجنيز	1.0 – 0.02	10000 – 200	2500
الزنك	0.025 – 0.001	250 – 10	100
البورون	0.015 – 0.0005	150 – 5	50
النحاس	0.015 – 0.0005	150 – 5	50
الموليبدنم	0.0005 – 0.00002	5 – 0.2	2
الكلور	0.1 – 1.001	1000 – 10	50

د. التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات :

يتناسب النمو النباتى مع محتوى النبات من العناصر الغذائية ، كما هو مبين فى شكل (   ) لكل عنصر تركيز حرج Critical concentration فى النبات ، وهو ذلك التركيز الذى يصاحبه مع نقص تركيزه فى النمو النباتى بمقدار 10٪ عن النمو الطبيعى ، وتبدأ أعراض نقص العنصر فى الظهور مع نقص تركيزه فى النبات عن هذا الحد الحرج ، وتفصل منطقة انتقال Transition Zone ما بين التركيز الذى تظهر عنده أعراض نقص العنصر ، والتركيز الذى يصاحبه النمو الطبيعى ، ومع زيادة تركيز العنصر فى النبات ، فانه يصبح ساماً ، ويقل النمو النباتى تبعاً لذلك (Ulrich, 1978) .



تركيز العنصر فى النسيج النباتى (على أساس الوزن الجاف)

شكل (   ) العلاقة بين النمو النباتى وتركيز العنصر السمادى بالأنسجة النباتية

هذا .. ويمكن بواسطة تحليل النبات التعرف على مستويات العناصر الغذائية المختلفة به .
والجزء النباتى الذى يستخدم فى التحليل يكون عادة نصل الورقة ، أو عنق الورقة ، أو الساق وقد تستخدم الجذور أحياناً ، لكن أكثر الأجزاء النباتية استعمالاً هى أعناق الأوراق والعرق الوسطى المتضخم Midrib ، فمثلاً تستعمل :-

1. أعناق الأوراق فى البطاطس ، الطماطم ، والكرفس ، والقاوون .
2. العرق الوسطى المتضخم فى الخس ، والكرنب ، والهندباء ، والذرة السكرية ، نظراً لسهولة استعمال عينات صغيرة من هذا الجزء النباتى ، وسهولة تنظيفها وتجفيفها وطحنها ، كما يكون تركيز العناصر فى أعماق الأوراق عادة أكبر بكثير مما فى الأنصال.
3. تفضل الأوراق لتحليل البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم ، والصوديوم ، والحديد والمنجنيز ، والنحاس ، والموليبدنم ، والبورون ، والكبريت ، ويختار لأجل ذلك ورقة حديثة مكتملة .

نتائج اختبارات التربة :-

وهى ركن هام فى تحديد الاحتياج السمادى للنبات – فالتربة هى المخزن للعناصر التى يقوم النبات بامتصاصها فى صورة ميسرة – صالحة للامتصاص – وبذلك يمكن تحديد الكميات اللازم إضافتها من هذه العناصر للنبات لاستكمال احتياجاته الغذائية لإنتاج المحصول الأمثل .

1) مميزات اختبارات التربة :

- تحديد الكميات الميسرة لامتصاص النبات من عناصر التربة .
- تحديد صفات التربة والتى تؤثر بدورها على كل من :-
  * الكمية الميسرة .
  * الكمية المفقودة من السماد المضاف .

2) القصور فى اختبارات التربة :

- لا تحدد الكمية الفعلية التى يمتصها النبات من جملة الكمية الميسرة من عناصر التربة ، أى إنها تحدد الرصيد من العنصر الميسر ، لكنها لا تبين الكميات التى يسحبها النبات فعلاً .
- ومن الصعب الحصول على عينة ممثلة تمثيلاً دقيقاً لحالة المزرعة .

ولذلك فلا يمكن الاعتماد الكامل على نتائج اختبارات التربة ولكن يجب أن تكون مقترنة بغيرها من طريق تقدير الاحتياجات السمادية .

توضح بيانات جدول (   ) أهم مدلولات نتائج اختبارات وفحوص التربة المستخدمة ، التى تعطى الاحتمالات الممكنة لسبب أو لأكثر فى نقص أو زيادة العنصر فى النبات النامى على هذه التربة .

جدول (   ) مدلول بعض اختبارات التربة

نتيجة الاختبار	المدلول (السبب المتوقع لحالة العنصر فى النبات)
فحص قطاع التربة :	
مستوى الماء الأرضى مرتفع	الاسراف فى استخدام ماء الرى
انتشار الجذور محدود	المياه الممتصة من التربة قليلة
صفات التربة :	
نسبة الطين مرتفعة	تثبيت البوتاسيوم مرتفع
نسبة الرمل مرتفعة	غسيل كميات زائدة من العناصر المغذية
رقم PH مرتفع	تقليل تيسر الفوسفور والعناصر الصغرى (زنك ، منجنيز ، حديد ، نحاس)
ملوحة مرتفعة	تقليل امتصاص الفوسفور والعناصر الغذائية الأخرى
كربونات كالسيوم مرتفعة	تثبيت الفوسفور والعناصر الصغرى (خاصة الحديد)
مادة عضوية منخفضة	تيسر كميات قليلة من العناصر
مادة عضوية مرتفعة	احتمال حدوث نقص نحاس
محتوى العنصر من التربة :	
دون الكفاية (منخفض جداً – منخفض)	صفات التربة معيقة لتيسر العنصر منافسة قوية على الامتصاص من عنصر آخر ذو تركيز مرتفع . معدل تثبيت كبير نتيجة لوجود عنصر بتركيز مرتفع . عدم إضافة العنصر . معدل امتصاص النبات للعنصر منخفض . معدل غسيل العنصر من التربة مرتفع .
فوق الكفاية (مرتفع – مرتفع جداً)	الاسراف فى استخدام العنصر فى التسميد معدل امتصاص مرتفع للعنصر . سوء حالة الصرف يتوقع من العنصر منافسة قوية على الامتصاص أو تثبيت مرتفع للعنصر الآخر .

مدلول نتائج تحليل النبات :

يعتمد تقييم نتائج تحليل النبات من الناحية العملية على الارتباط المعنوى فى العلاقة الثلاثية بين كل من الكمية الكلية التى يحتوى عليها النبات من العنصر وتركيز العنصر فى أجزاء النبات وكمية المحصول .

والقاعدة العامة إن يمثل تركيز العنصر فى أجزاء النبات مقياساً لكمية العنصر الكلية التى يمتصها النبات والتى تحدد بدورها كمية المحصول فى النبات الصحيح ، ويفترض فى هذه الحالة أن تكون العوامل المعيقة للانتاج اقل ما يمكن .

ومن ناحية أخرى فإن لكل منطقة ظروفها التى تحدد كمية المحصول وإمكانات النبات فى التعبير عن قدرته الوراثية فى إنتاج المحصول ، وتوضح بيانات جدول ( ) أهم مدلولات نتائج تحاليل النبات .

نتائج تحليل النبات :-

تكمل هذه النتائج ما تتوصل إليه نتائج تحليل التربة ، فالنبات هو الذى يمتص العناصر الميسرة من التربة .

1) **مميزات تحليل النبات :**

- تحديد الكميات التى قام النبات بامتصاصها فعلاً من التربة .
- من السهل الحصول على عينة ممثلة تمثيلاً واقعياً لحالة المزرعة .

2) **مشاكل تحليل النبات :**

- يرتفع تركيز العنصر من انخفاض الوزن الجاف للنبات عند ضعف أو قلة النمو الخضرى ويحدث العكس عند زيادة النمو الخضرى .
- أخذ العينة فى مراحل معينة من النمو ومن مواضع معينة على النبات تختلف باختلاف نوع وصنف النبات .
- تختلف أصناف المحصول الواحد فى مقدار الكمية الكافية من العنصر فى العضو النباتى الواحد (أوراق – أعناق ... الخ) .

جدول ( ) مدلول نتائج تحاليل النبات (الأوراق)

نتيجة التحليل	المدلول (السبب المتوقع لحالة العنصر فى النبات)
محتوى العنصر دون الكفاية (ناقص – منخفض)	– ظروف التربة معيقة لتيسر العنصر . – صفات التربة معيقة لامتصاص العنصر . – التربة فقيرة فى العنصر . – التربة غنية فى عنصر آخر / النبات غنى فى عنصر آخر (التضاد) . – نمو النبات زائد وحجمه أكبر من الطبيعى . – يتحرك العنصر من الجذور للأوراق بمعدل منخفض . – يتحرك العنصر من الأوراق إلى موضع المحصول بمعدل مرتفع . – العنصر لا يستخدم فى التسميد . – العنصر لا يضاف فى الوقت الصحيح للاحتياج .
محتوى العنصر فوق الكفاية (مرتفع – مرتفع جداً)	– ظروف التربة مشجعة لتيسر العنصر . – صفات التربة مشجعة لامتصاص العنصر . – التربة فقيرة فى عنصر آخر/النبات فقير فى عنصر آخر. – نمو النبات ضعيف وحجمه أقل من الطبيعى . – يتحرك العنصر من الجذور للأوراق بمعدل مرتفع . – العنصر مثبت بدرجة عالية فى الأوراق . – يتحرك العنصر من الأوراق إلى موضع المحصول بمعدل منخفض .

مفهوم التوصية السمادية المتخصصة :

أ) تعتبر التوصية السمادية المتخصصة الوسيلة المثلى التى تضمن توفير الاحتياج السمادى للمحصول تحت الظروف المنزرع فيها المحصول لإعطاء أكبر عائد وأقل تلوث للبيئة .

ب) تتكون التوصية السمادية من مجموعة من العمليات تشكل منظومة وتشمل :-

- إجراء اختبارات التربة المزروع فيها المحصول .
- تحليل نباتات المحصول .
- تحديد ظروف المزرعة والمحصول (الصنف – الظروف – الجو – ظروف التربة – الخ) .

جـ) يتم عمل التوصية السمادية فى إطار استهداف تحقيق أكبر قدر من التوازن بين العناصر المغذية الكبرى والصغرى والثانوية – وهذا التوازن يشبع احتياجات النبات الغذائى ويمكن النباتات من التعبير عن قدرتها الوراثية فى إنتاج المحصول كماً ونوعاً .

د) لكى يتم عمل توصية سمادية فلابد من اجتماع العوامل السابقة لتغطى جميع المعلومات اللازمة وأهمها : البيانات الحلقية ، المعاينة الحلقية ، اختبارات التربة ، تحليل النبات .

جدول ( ) : متوسط النسبة المئوية للعناصر الغذائية بالأنسجة النباتية فى حالات النمو الطبيعى (*)

العنصر	المحتوى النباتى من العنصر (٪ على أساس الوزن الجاف)
الكربون – عنصر غير سمادى	89.0
الأيدروجين – عنصر غير سمادى	
الأكسجين – عنصر غير سمادى	
النيتروجين – من العناصر الكبرى – عنصر أولى	4.0
الفوسفور – من العناصر الكبرى – عنصر أولى	0.5
البوتاسيوم – من العناصر الكبرى – عنصر أولى	4.0
الكالسيوم – من العناصر الكبرى – عنصر ثانوى	1.0
المغنيسيوم – من العناصر الكبرى – عنصر ثانوى	0.5
الكبريت – من العناصر الكبرى – عنصر ثانوى	0.5
الحديد – من العناصر الصغرى	0.02
المنجنيز – من العناصر الصغرى	0.02
الزنك – من العناصر الصغرى	0.003
النحاس – من العناصر الصغرى	0.001
البورون – من العناصر الصغرى	0.006
الموليبدنم – من العناصر الصغرى	0.0002
الصوديوم – من العناصر الصغرى	0.03
الكلور – من العناصر الصغرى	0.1

(*) عن (حسن ، 1996)

يستعمل عادة نحو 40 عنق ورقة أو عرق وسطى أو نصل فى كل عينة تحليل ، كما يفضل إجراء التحليل على 2 – 4 عينات ، ويحسن أن تكون هذه العينات ممثلة لمراحل منختلفة من النمو وتغسل العينات جيداً بالماء ، ثم تجفف فى حرارة 60 – 70م° فى أكياس ورقية ، ثم تطحن وتخزن فى أوعية محكمة الغلق لحين تحليلها (Lorenz & Tyler, 1978) .

هذا ومن المؤكد ظهور أعراض نقص النيتروجين إذا انخفض مستواه عن 1.5٪ من الوزن الجاف للأوراق ، وأفضل وقت للتحليل يكون فى مراحل النمو المبكرة .

أما المستوى الحرج للبوتاسيوم ، فانه يتراوح من 0.75 – 2٪ بمتوسط حوالى 1.5٪ من الوزن الجاف للنبات ، ويجرى التحليل على الأوراق الحديثة المكتملة النمو ، وتظهر أعراض نقص البوتاسيوم بوضوح إذا انخفض تركيزه فى النبات عن هذا المستوى ، وتستجيب حينئذ للتسميد البوتاسى ، لكن نادراً ما تستجيب النباتات للتسميد البوتاسى إذا زاد تركيزه فى النبات عن 2٪ ، ويجب إجراء التحليل خلال المراحل المتأخرة من النمو ، لأن التحليل قبل ذلك يعطى نتائج

مضللة ، نظراً لأن النباتات تمتص فى هذه المراحل المبكرة من النمو أكثر من حاجتها الفعلية من هذا العنصر (Wilcox, 1969) .

وتظهر أعراض نقص الفوسفور إذا انخفض مستواه فى النبات عن 0.2٪ على أساس الوزن الجاف ، ويفضل إجراء التحليل فى المراحل المبكرة من النمو .

وبالمقارنة ... فإن البوتاسيوم تظهر أعراض نقصه إذا انخفض مستواه فى النبات عن 0.8 من الوزن الجاف (Maynard, 1979) .

هـ. التعرف على مدى الحاجة للتسميد بتقدير كمية العناصر التى يستنفذها المحصول من التربة :

لقد أمكن تقدير كميات العناصر الغذائية التى تمتصها محاصيل الخضر المختلفة من التربة ، وهذه التقديرات موضحة فى جدول (   ) .

جدول ( ) : كميات العناصر التى تمتصها محاصيل الخضر من التربة

المحصول	الجزء النباتى	المحصول أو الوزن الطازج للجزء النباتى (طن/فدان)	كميات العناصر الممتصة من التربة (كجم/فدان)				
			ن	فو$_2$أ$_5$	بو$_2$أ	كاأ	مغ أ
الخرشوف	النورات	10	30	18	65	13	6
	السيقان والأوراق	30	55	12	230	72	19
الهليون	المهاميز	1.5	15	10	20	–	–
الفاصوليا	القرون	2	50	3	5	2	1
	الأوراق والسيقان	7	20	2	20	13	2
فاصوليا الليما	البذور	1	25	6	12	0.5	2
	الأوراق والسيقان	4	20	6	40	40	4
البنجر	الجذور	9	30	4	40	3	6
	الأوراق	6	40	–	25	45	45
البروكولى	البراعم	6	30	10	25	–	–
الكرنب	الرؤوس	9	30	9	25	7	2
الجزر	الجذور	15	30	12	40	10	5
	الأوراق	7	35	4	60	100	5
القنبيط	الرؤوس	8	30	9	25	5	3
الكرفس	النمو الخضرى	15	35	20	80	30	6
الكولارد	الأوراق والسيقان	5	20	4	25	7	1
الذرة السكرية	الكيزان	2	9	4	3	0.5	1
	الأوراق والسيقان	6	15	5	7	3	3
الخيار	الثمار	6	6	2	10	1	1
	الأوراق والسيقان	3	15	4	17	13	3
الطرطوفة	الدرنات	9	30	12	45	–	–
	الأوراق والسيقان	15	20	10	35	–	–
الكيل	الأوراق والسيقان	5	20	7	16	15	3

الخس	النمو الخضرى	12	30	10	60	15	6
القاوون	الثمار	5	12	5	25	25	3
	الأوراق والسيقان	2	10	2	14	4	3
البامية	القرون	5	6	2	17	5	2
	الأوراق والسيقان	6	4	2	12	17	–
البصل	الأبصال	11	25	10	25	5	2
	النمو الخضرى	3	10	2	20	–	–
البقدونس	النمو الخضرى	7	12	3	10	12	2
البسلة	البذور	1.5	15	3	4	1	1
	الأوراق والسيقان	9	25	8	25	20	8
الفلفل	الثمار	2	3	5	3	4	0.5
	الأوراق والسيقان	3	9	8	6	9	10
البطاطس	الدرنات	12	40	12	55	–	–
	الأوراق والسيقان	9	30	5	55	30	9
القرع العسلى	الثمار	9	18	4	20	5	3
	الأوراق والسيقان	3	12	3	11	45	6
الروتاباجا	الجذور	9	18	5	15	6	2
	النمو الخضرى	12	–	9	30	27	3
السبانخ	النمو الخضرى	6	30	9	25	7	4
الكوسة	الثمار	8	9	3	15	3	2
	الأوراق والسيقان	8	27	3	27	80	10
البطاطا	الجذور	8	22	7	35	5	5
	الأوراق والسيقان	7	20	5	35	15	4
الطماطم	الثمار	12	30	9	40	3	4
	الأوراق والسيقان	2	20	11	55	45	9
اللفت	الجذور	9	25	8	35	6	2
	النمو الخضرى	9	40	4	16	25	8

ويقترح بعض الباحثين وبناء على تجارب التسميد الحقلية لمحاصيل الفاكهة المختلفة سواء فاكهة مستديمة الخضرة أو متساقطة الأوراق ، وحيث أن تقسم الاحتياجات الغذائية من الأسمدة إلى أقسام حسب مرحلة النمو المختلفة وهى (مرحلة النمو الخضرى – مرحلة الازهار والعقد – مرحلة النضج – مرحلة الجمع) .

حسب الجدول ( ) التالى :-

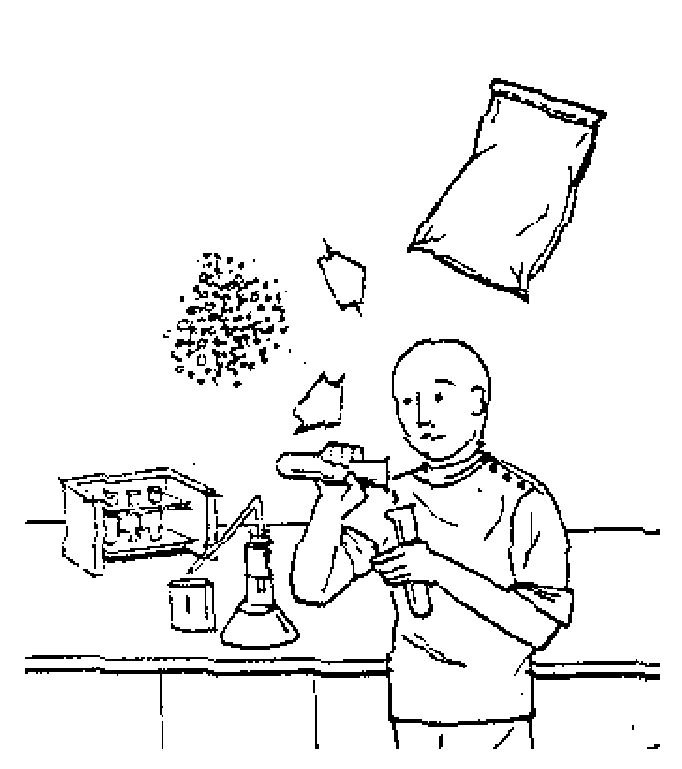
العناصر التى تحتاجها الأشجار فى مراحل النمو المختلفة	فاكهة مستديمة الخضرة	فاكهة متساقطة الأوراق
مرحلة النمو الخضرى ، تركيز العناصر فى مياه الرى بـ ppm		
النيتروجين N	40 – 30	50 – 40
الفوسفور P_2O_5	10 – 5	15 – 10
البوتاسيوم K_2O	35 – 20	30 – 20
الماغنيسيوم MgO	10 – 5	10 – 5
النيتروجين N	25 – 20	35 – 30
الفوسفور P_2O_5	10 – 5	10 – 5
البوتاسيوم K_2O	50 – 30	60 – 40
الماغنيسيوم MgO	10 – 5	10 – 5
النيتروجين N	25 – 20	30 – 20
الفوسفور P_2O_5	10 – 5	5 – 2.5
البوتاسيوم K_2O	50 – 40	75 – 50
الماغنيسيوم MgO	10 – 5	10 – 5
النيتروجين N	20 – 15	30 – 25
الفوسفور P_2O_5	– – –	– – –
البوتاسيوم K_2O	15 – 10	20 – 15
الماغنيسيوم MgO	– – –	– – –

ويمكن الاستعانة بهذه التقديرات ، بالإضافة إلى نتائج تحليل التربة فى تقدير مدى الحاجة للتسميد ، ورغم أن جدول (   ) يُبين كميات العناصر التى تصل إلى الجزء المستهلك اقتصادياً من النبات – وهو الذى يُزال نهائياً من الحقل – والكميات التى تصل إلى أجزاء النبات الأخرى ، وهى التى تعود إلى الحقل مرة أخرى ، إلا أنه يجب توفير الكمية الكلية التى يحتاجها النبات لكى ينمو نمواً جيداً ، ويلاحظ من الجدول مدى ضآلة كمية الفوسفور التى تمتصها النباتات من التربة ، ولكن يجب أن يتوفر الفوسفور بالتربة بكميات أكبر من ذلك بكثير ، حتى يمكن للنباتات امتصاص حاجتها من العنصر .

هذا ويلاحظ أنه من الهام جداً الأخذ فى الاعتبار أنه ليست هناك احتياجات غذائية ثابتة لجميع النباتات نظراً لاختلاف الأصناف وطبيعتها ومقدرة استيعابها للعناصر الغذائية وقوة نموها الخضرى والزهرى والثمرى وكذلك النمو الجذرى علاوة على أن هذه الاحتياجات تختلف باختلاف الظروف الجوية وكذلك التربة وكذا نوعية مياه الرى.

الفصل السادس

المواصفات القياسية للأسمدة المعدنية وقياس جودتها



- الصفات الطبيعية (الفيزيائية) .
- الصفات الكيميائية .
- الأعمال المختبرية التطبيقية لتحليل الأسمدة .

المواصفات القياسية لبعض الأسمدة الكيماوية وقياس جودتها :-

إنه من المهم جداً معرفة المواصفات القياسية للأسمدة شائعة الاستخدام وذلك حتى نتمكن من الحصول على سماد عالى الجودة ونتلافى إستخدام الأنواع الرديئة من الأسمدة وذلك بالاهتمام بالمواصفات القياسية للسماد وبمراقبة الجودة (QC) وذلك من خلال الفحص الظاهرى والمعملى ، وبدايتاً لابد من مراعاة الآتى عند إستلام عبوات الأسمدة :-

1. التأكد من أن السماد داخل عبواته الأصلية وعند فحص العبوة نجد أنه تم إغلاقها بشكل صحيح جيد .
2. التأكد من شراء الأسمدة ذات العلامات التجارية والأصناف المعروفة وأن تكون مسجلة بوزارة الزراعة ومعترف بها رسمياً .
3. أن يكون مدون عليها نسب العناصر الداخلة فى تركيب السماد ومصادرها .
4. التأكد من تاريخ الإنتاج والصلاحية .
5. وزن بعض العبوات أو تحجيمها للتأكد من مطابقة الوزن أو الحجم المدون على العبوة .
6. التأكد من أن الصفات الطبيعية (الفيزيائية) والكيمائية للسماد جيدة ولم يحدث لها تغير .

البيانات التى يجب أن توضع على العبوات :-

(يجب أن تكون العبوات مغلقة ومختومة بمعرفة المصنع ويدون رقم التسجيل وتاريخه)

1) اسم المصنع وعنوانه ومكتبه العلمى بمصر .
2) اسم الوكيل بمصر والمستورد وعنوانه .
3) وزن وحجم العبوة (قائم/صافى) .
4) تاريخ التصنيع ومدة الصلاحية .
5) النسبة المئوية للمكونات وصورتها فى السوائل (وزن/حجم .. تذكر الكثافة – جرام/سم^3) وفى الحالة الجافة (وزن/وزن) ونوع ونسبة المادة المخلبية أن وجد وتذكر أى إضافات أخرى .
6) نوع المحاصيل التى يستعمل لها السماد وطريقة الاستعمال والجرعة والتخفيف .
7) مدى إمكانية خلط السماد مع غيره مع أسمدة ونوعها والنسبة التى يوصى بها.

وهذه هى أهم البيانات الواجب تواجدها على عبوات الأسمدة -:

أولاً : أهم الصفات الطبيعية (الفيزيائية) الخاصة بالأسمدة :-

1) نسبة الرطوبة بالسماد : (هل هو جاف أم رطب)

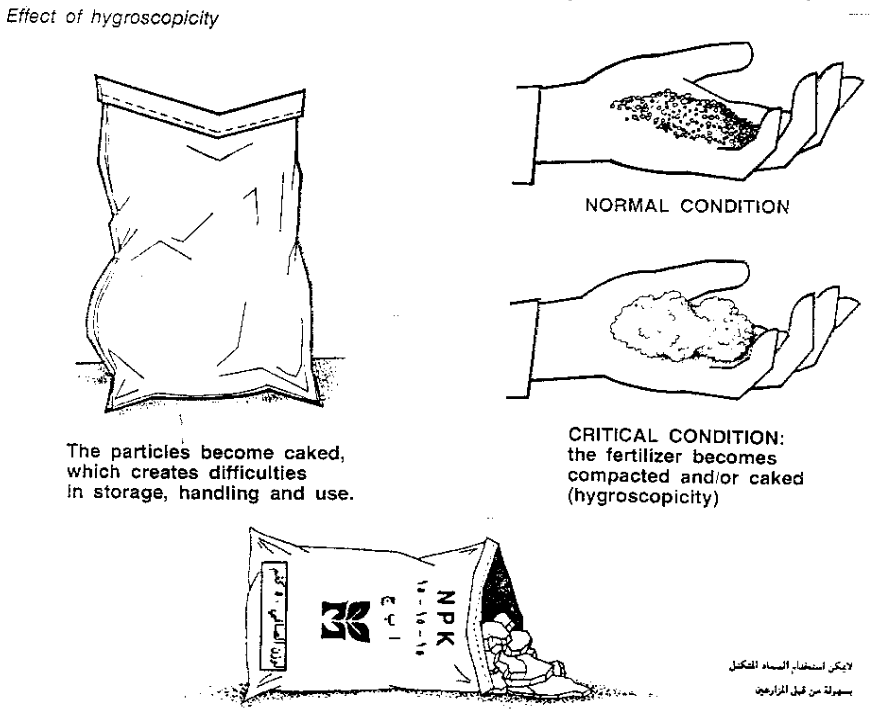
وتختلف على حسب نوع السماد ولكل سماد نسبة مئوية للرطوبة قصوى يجب ألا يزيد عنها تبعاً لمواصفاته القياسية كما سيتم توضيحه بالجدول رقم (   ) .

2) التكتل : (**Caking**) أو التحجر

إن تكتل السماد يعنى بأن السماد قد تصلب بحيث أصبح كتلة متجمعة (Caked) أو فى صورة كتل متفرقة وذلك نتيجة لتسرب رطوبة ذائدة للسماد نتيجة التخزين السيئ وبالطبع هذا يؤثر على جودة السماد ويمكن حدوث اختلاف فى نسبة العناصر الغذائية الداخلة فى

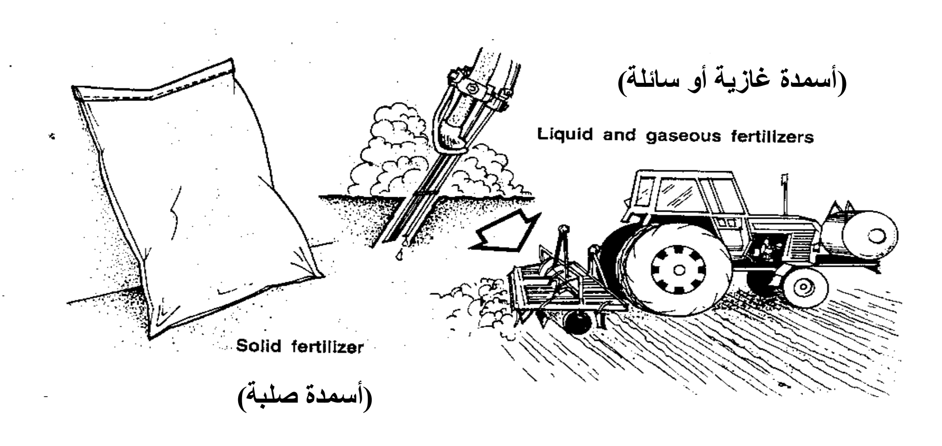
تركيب السماد سلبياً نتيجة لتطاير بعض الأجزاء من العناصر نتيجة تفاعلها مـــع الرطوبـــة والحرارة مثل فقد الأمونيا كما أن التكتل يؤثر على معدل ونسبة ذوبان السماد ويعتبر ذلـــك أيضاً من العيوب التصنيعية الخطيرة بالأسمدة المنفـــردة والمركبـــة ولهـــذا فهنـــاك بعـــض المعاملات والإضافات التى تجرى على الأسمدة بغرض منع تحجرها أو تكتلهـــا باســـتخدام مواد مانعة للتحجر وكذلك التجفيف الجيد للأسمدة قبل تعبئتها .

ويوضح الشكل ( ) أثر الرطوبة على حدوث التكتل فى السماد وتغيـــر خواصـــه الطبيعيـــة حيث تتجمع حبيبات السماد وتصبح فى صورة كتل متجمعة جافة بعد ذلك

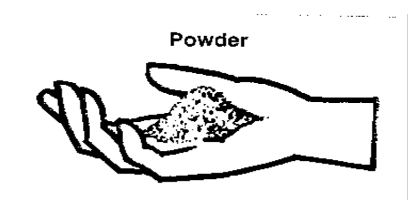


شكل ( ) يوضح أثر الرطوبة على حدوث التكتل (التحجر) فى السماد

3) التكوين : (صلبة – بودرة أو حبيبات أو فى صورة كريستالات صـــغيرة أم فـــى صـــورة سائلة أو غازية) .

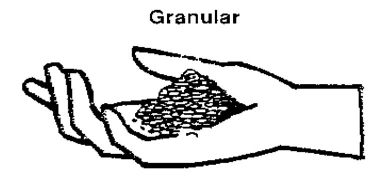


وإذا كان السماد فى صورة صلبة كما هو موضح بالرسم أما أن يكون فى صورة (بودرة) كما فى (أ) حبيبات دقيقة جداً ، أو فى صورة كريستالات صغيرة كما فى (ج) أو فى صورة حبيبات كما فى (ب) .



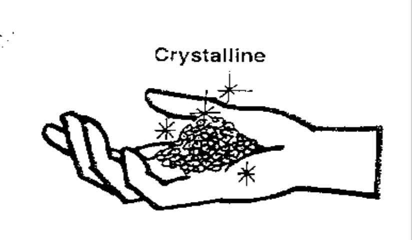
ولمعرفة جودة السماد المظهرية :-

يجب التأكد من هذه الصورة كما هى المفترض وجود السماد عليها وأن يكون فى صورة مفككة غير متكتلة وكذلك حكم الحبيبات يختلف على حسب نوع السماد وأن يكون هناك تجانس فى أحجام وأقطار الحبيبات للسماد الواحد وذلك تبعاً لمواصفاته القياسية .



4) **الكثافة :**

وذلك بالنسبة للأسمدة السائلة حيث تحسب على أساس (وزن / حجم) (جم/سم^3)



حيث تختلف الكثافة للسماد تبعاً لنسبة العناصر الداخلة فى تركيب السماد وتركيزها ، ويجب أن نأخذ فى الاعتبار أن هناك بعض أنواع الأسمدة التى يضاف عليها بعض المواد والخامات التى تزيد من كثافة أو لزوجة المحلول السمادى والغرض منها تصنيعى (خاصة بتكنولوجيا تصنيع السماد) وليس بالقيمة الغذائية للسماد مثل استخدام المواد التى تساعد على انتشار وتعلق الجزئيات بالمحلول السمادى دون أن يحدث لها ترسيب ويستدل أيضاً من الكثافة على مطابقة النسب والتركيز المذكور بالعبوة بالحجم الموضوعة فيه هذه النسب (وهى تعتبر جودة حسية تعطى إحساس بالطمأنينة لدى المستهلك وخصوصاً فى حالة الأسمدة الداخل فى تركيبها أحماض أو بوتاسيوم أو فوسفور أو كالسيوم .

5) **اللون :**

ويقصد بها لون السماد الخارجى أياً كان صلب أو سائل مع الأخذ فى الاعتبار أن هذا مهم بالنسبة للأسمدة المنفردة والخامات السمادية المنفردة مثل (اليوريا – سلفات النشادر – نترات النشادر – سلفات البوتاسيوم ... وكذلك الأحماض مثل حمض فوسفوريك – نيتريك وكذلك MKP – MAP ونترات البوتاسيوم وكلوريد البوتاسيوم وأملاح العناصر الصغرى المنفردة) ففى حالة حدوث تغير عن اللون الطبيعى للسماد يدل على انه قد حدث له تغير فى صفاته الكيميائية أو الطبيعية مثل زيادة أو خلط شوائب به .

إلا أن الحال يختلف فى حالة الأسمدة المركبة الصلبة والسائلة فقد **تأخذ ألوان** مختلفة تبعاً للشركة المنتجة كعلامة تجارية تصنيعية وليس لها علاقة بالجود السمادية .

6) النقاوة والشوائب Impurities :

وهى تعنى خلو السماد الكيماوى من الشوائب الغير مرغوبة وقد تكون هذه الشوائب مواد عضوية عالقة بالسماد غير مرغوب فيها أو تؤثر على كفاءة عمل السماد أو تؤثر على كفاءة ذوبانه فى الماء وقد تكون هذه الشوائب عبارة عن عناصر غير مرغوبة مثل (العناصر الثقيلة الضارة) كالرصاص والكادنيوم والأرسين Arsenic وقد تكون أنيونات ضارة مثل عنصر الكلوريد أو كاتيونات مثل الصوديوم أو مادة البيوريت (لها تأثير سام) وهذه الشوائب تؤثر على كفاءة عمل السماد وفاعليته وتعتبر بعض الشوائب سامة فى حالة زيادة تركيزها أو تحدث تفاعلات أو تحولات غير مرغوب فيها ويتم الكشف عن مثل هذه الشوائب الكيميائية معملياً أما الشوائب الصلبة العضوية فيتم الكشف عنها عن طريق الذوبان فى الماء وفصلها بعد ذلك لمعرفة نسبتها .

7) الذوبان فى الماء :

ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار بأن لكل سماد درجة ذوبان محددة تبعاً لتركيبه ونوعيته وكذلك لنسبة التخفيف بالماء وذلك على سبيل المثال كما هو موضح بجدول ( ) ، ( ) .

الذوبان فى الماء ← يمكن تقسيم الأسمدة من حيث قابليتها للذوبان إلى ثلاث مجموعات :-

- الأسمدة الكاملة الذوبان وهى تضم جميع الأسمدة النتروجينية (ما عدا سيناميد الكالسيوم) والبوتاسية (ما عدا كبريتات البوتاسيوم والمغنيسوم) وبعض الأسمدة المعقدة (الاموفوس الأحادى والاموفوس الثنائى) .
- الأسمدة غير الكاملة الذوبان (لا تذوب كل الكمية المأخوذة من السماد) وهى السوبرفوسفات الاعتيادى والمضاعف ، كبريتات البوتاسيوم ، والمغنيسيوم ، النتروفوس والنتروفوسكا .
- الأسمدة غير الذائبة وهى كافة الأسمدة الفوسفورية (باستثناء السوبرفوسفات وأملاح الفوسفات النقية مثل MAP والـ DAP والـ MKP)، أسمدة المعالجة بالكلس والجبس.

هذا مع الأخذ فى الاعتبار بأن لكل سماد درجة ذوبان محددة تبعاً لتركيبه ونوعيته وكذلك تبعاً لنسبة التخفيف بالماء وذلك على سبيل المثال كما هو موضح بجدول ( ) ، ( ) .

جدول ( ) درجة ذوبان الأسمدة البسيطة فى الماء .

السماد	عدد أجزاء السماد التى يمكن إذابتها فى **100** جزء ماء
نترات الأمونيوم	118
سلفات الأمونيوم	71
سيناميد الكالسيوم	يتحلل
نترات الكالسيوم	102
فوسفات الأمونيوم الأحادية	23
فوسفات الأمونيوم الثنائية	43
نترات الصوديوم	73
نترات البوتاسيوم	13
السوبر فوسفات العادى	2
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	4
اليوريا	78
موليبدات الأمونيوم	يتحلل
البوراكس	1
كلوريد الكالسيوم	60
أكسيد النحاس	صفر (غير قابل للذوبان)
كبريتات النحاس	22
كبريتات الحديد	29
كبريتات المغنيسيوم	71
كبريتات المنجنيز	105
كلوريد الصوديوم	36
موليبدات الصوديوم	56
كبريتات الزنك	75

جدول ( ) يوضح درجة ذوبان بعض الأسمدة فى مياه رى جيدة النوعية

السماد	نسبة الذوبان السماد / الماء	السماد	نسبة الذوبان السماد / الماء
نترات البوتاسيوم	4 : 1	سلفات النشادر	4 : 1
نترات الكالسيوم النقى	1 : 1	نترات الجير المصرى	100 : 1
فوسفات أحادى الأمونيوم	2 : 1	كلوريد البوتاسيوم	5 : 1
فوسفات ثنائى الأمونيوم	2 : 1	زنك مجلبى	1 : 1
فوسفات احادى البوتاسيوم	2 : 1	تربل فوسفات الكالسيوم	50 : 1
فوسفات ثنائى البوتاسيوم	2 : 1	سوبر فوسفات عادى	300 : 1
سلفات البوتاسيوم	10 : 1	سلفات حديدوز	4 : 1
سلفات الماغنسيوم	5 : 1	سلفات نحاس	5 : 1
اليوريا	2 : 1	حامض بوريك	20 : 1
نترات نشادر	2 : 1	بوراكس	10 : 1
سلفات منجنيز	2 : 1	موليبدات أمونيوم	3 : 1
منجنيز مخلبى	1 : 1	موليبدات صوديوم	5 : 1
سلفات زنك	3 : 1		

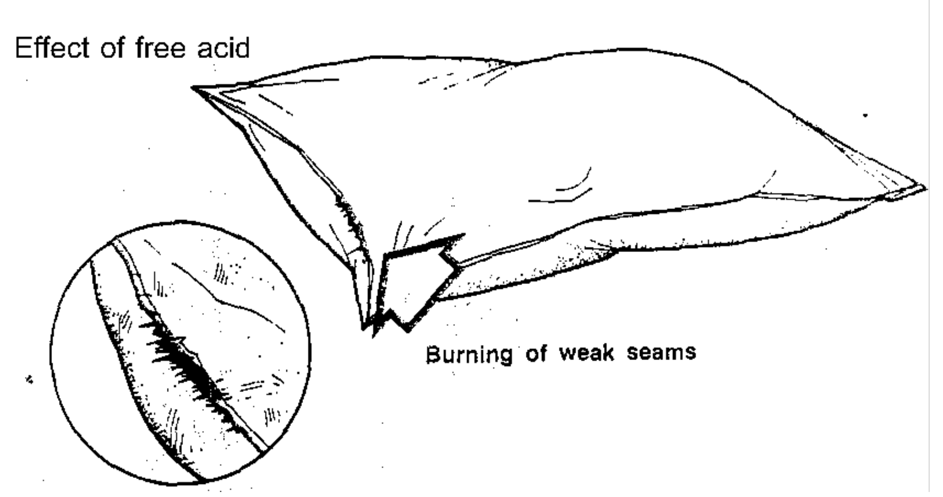
هذا ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار أنه عند إجراء اختبار ذوبان فى الماء أن يتم فى ماء مقطر معلوم حيث أن الذوبان يختلف باختلاف نوعية مياه الرى حيث تركيز الأملاح الذائبة بها ونوعيتها وكذلك درجة حرارتها .

8) **الشفافية والترسيب :**

وهذه الخاصية هامة جداً فى حالة الأسمدة السائلة هل العينة السمادية المأخوذة بها ترسيب (يعتبر عيب تصنيعى أو دليل على فساد أو انتهاء صلاحية السماد) وكذلك فى حالة حدوث عكارة (تناثر جزيئات مرئية داخل المحلول وتظل بصورة منتشرة وبهذا تتلافى خصائص الشفافية بالسماد أى يصبح المحلول السمادى غير رائق) يمكن أن تدل أيضاًعلى حدوث تغير فى تركيب المركب السمادى إذا كانت صفاته الأصلية (سائل رائق شفاف) وفى حالة إذا كانت الصفات الأصلية للسماد السائل هو فى صورة (معلق) هل هو معلق أى أن جزيئاته فى حالة انتشار دائم أم لا . أم حدث تكوين طبقات انفصال فى المركب السمادى السائل ويعتبر هذا ذو تأثيراً سلبياً على جودة السماد .

9) التميئ وخروج سوائل أو أحماض حرة من السماد وهو فى الصورة الصلبة (مما يعنى تغير خصائصه الطبيعية والكيماوية)

وتحدث ظاهرة التميئ أو التميع فى العديد من الأسمدة الصلبة وأهمها اليوريا ويعتبر هذا ذو أثر سلبى على جودة السماد وكذلك فى حالة بعض الأسمدة الفوسفاتية حيث نلاحظ فى بعض الأحيان خروج أحماض على حافة الشيكارة مثل (الكبريتيك أو الفوسفوريك) مما يؤدى إلى حدوث تلف بالطرف الجانبى للشيكارة كما هو موضح بالشكل (   ) .



شكل رقم (   ) يوضح أثر الأحماض الحرة المنطلقة من السماد على تلف حواف الشيكارة (عبوة السماد) .

ثانياً : التأكد من الصفات الكيميائية للسماد وإن هذه الصفات كما وردت بالمواصفات القياسية الخاصة بالسماد وكذلك تبعاً لتركيبة الكيماوى ومن أهم الصفات الواجب أخذها فى الاعتبار والتى تؤثر بشكل كبير على جودة السماد أو التعبئة السمادية هو اختبار الآتى بها :-

1) دليل الملوحة للسماد (Salt Index) :

وهذا الدليل هام جداً فعند مقارنة الأسمدة ذات النوع الواحد ببعضها البعض يجب أن يكون أساس المفاضلة بينهم هو دليل الملوحة لكل صنف سمادى فبعض الأسمدة كنترات الأمونيوم وكلوريد البوتاسيوم ذات دليل ملوحة أعلى من نترات الصوديوم ولكن كليهما أقل من نترات الصوديوم ويعتبر سماد نترات الصوديوم أعلى الأسمدة فى دليل الملوحة ولذلك فهو يؤخذ للمقارنة وكلما كان دليل الملوحة منخفض دل على جودة السماد المستخدم ، ويوضح الشكل (   ) دليل الملوحة لأهم الأسمدة شائعة الاستخدام :-

جدول ( ) دليل الملوحة **Salt Index** لأهم الأسمدة الشائعة الاستعمال

السماد	دليل الملوحة	دليل الملوحة الجزئى لكل وحدة (**20** رطل أو **10** كجم) من العنصر السمادى
نترات الأمونيوم	104.7	2.990
فوسفات الأمونيوم	26.9	2.442
كبريتات الأمونيوم	69	3.253
كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى)	4.7	0.083
سيناميد الكالسيوم	31	1.476
نترات الكالسيوم	52.5	4.409
كبريتات الكالسيوم (الجبس)	8.1	0.247
كربونات الكالسيوم والمغنيسيوم (الحجر الجيرى الدولوميتى)	0.8	0.042
نترات الصوديوم	100	6.060
كلوريد البوتاسيوم	116.3	1.936
نترات البوتاسيوم	73.6	5.336
كبريتات البوتاسيوم	46.1	0.853
كلوريد الصوديوم	153.8	2.899
السوبر فوسفات العادى	7.8	0.487
السوبر فوسفات المركز (الثلاثى)	10.1	0.210
اليوريا	75.4	1.618

ويؤدى استخدام الأسمدة إلى زيادة تركيز الأملاح فى المحلول الأرضى ويعبر عن هذه الزيادة بدليل الملوحة ويقدر الـ Salt Index بإضافة السماد إلى التربة وقياس الزيادة التى تحدث فى الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى بالمقارنة بتلك التى تحدث عند إضافة وزن مماثل من سماد نترات الصوديوم .

ويمكن الاستدلال على دليل الملوحة بقياس التوصيل الكهربى (EC) لكمية معلومة مخففة من السماد فى حجم معلوم من الماء المقطر ويقدر بالملليموز ، ولتحويله إلى PPM يتم ضرب الرقم الناتج × 640 .

2) **درجة الحموضة للسماد (PH) :**

وهى هامة جداً حيث تؤدى إضافة بعض الأسمدة للتربة إلى حدوث تغير طفيف فى PH التربة بالزيادة أو بالنقصان ويحدث ذلك بسبب امتصاص النباتات لأحد ايونات الملح السمادى بأكثر مما تمتص الأيون الآخر ، ففى حالة الأسمدة ذات التأثير الحامضى يمتص النبات الكاتيون بدرجة أكبر ما يمتص الأنيون ويحدث العكس فى حالة الأسمدة ذات التأثير القلوى ، حتى

يمتص النبات الأنيوبن بدرجة أكبر مما يمتص الكاتيون ، ويؤدى استمرار استعمال أى من نوعى الأسمدة إلى تغير الحامضية أو القلوية ، ويعبر عن مدى التأثير الحامضى أو القلوى للسماد بكمية كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى ، أو لإحداث نفس التأثير القلوى لكمية مماثلة من السماد .

وتقسم الأسمدة من حيث تأثيرها على PH التربة إلى ثلاثة أقسام كالتالى :-

1- أسمدة ليس لها تأثير على PH التربة ، أى أنها متعادلة ، ومنها : نترات الأمونيوم – كبريتات الكالسيوم (الجبس) – ميورات البوتاسيوم – كبريتات البوتاسيوم – السوبر فوسفات العادى والمزدوج .

2- أسمدة ذات تأثير قلوى : ويوضح جدول (   ) أنواع هذه الأسمدة ، وكمية كربونات الكالسيوم التى تحدث تأثيراً مماثلاً لـــ 100 كجم من السماد .

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تغير فى الـ **PH** مماثل لما يحدثه **100** كجم من السماد
سيناميد الكالسيوم	22	63
نترات الكالسيوم	15.5	20
نترات البوتاسيوم	13	23
نترات الصوديوم	16	29

جدول (   ) الأسمدة ذات التأثير الحامضى :

السماد	نسبة النيتروجين بالسماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تغير فى الـ **PH** مماثل لما يحدثه **100** كجم من السماد
نترات الأمونيوم	33.5	60
فوسفات الأمونيوم	11	59
كبريتات الأمونيوم	20.5	110
اليوريا	46.6	84

3- أسمدة ذات تأثير حامضى : وهى الأسمدة المفضلة فى الأراضى القلوية ، ويوضح جدول (   ) أنواع هذه الأسمدة وكمية كربونات الكالسيوم اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه 100 كجم من السماد .

هذا .. ويجب ألا تكون المفاضلة بين الأسمدة قائمة على أساس التأثير المطلق للأسمدة على حموضة التربة ، وإنما على أساس التأثير الحامضى أو القلوى لكل وحدة سمادية (1٪ من الطن ، أو 10 كجم) .

جدول (   ) مقارنة الأسمدة ذات التأثير القلوى على أساس الوحدة السمادية .

السماد	كمية كربونات الكالسيوم التى تكفى لإحداث تأثير قلوى مماثل للتأثير الذى يحدثه **10** كجم من النيتروجين

سيناميد الكالسيوم	53.5
نترات الكالسيوم	13.5
نترات البوتاسيوم	18
نترات الصوديوم	18

جدول ( ) مقارنة الأسمدة ذات التأثير الحامضى على أساس الوحدة السمادية

السماد	كمية كربونات الكالسيوم (كجم) اللازمة لمعادلة التأثير الحامضى الذى يحدثه **10** كجم من النيتروجين
نترات الأمونيوم	18
فوسفات الأمونيوم	53.5
كبريتات الأمونيوم	53.5
اليوريا	18

الأعمال المختبرية التطبيقية لتحليل الأسمدة

إن تسمية السماد وكمية المادة الفعالة التى يحتوى عليها عادة ما تكون مدرجة على العبوة أو مع شهادات تحليل ونشرات الأسمدة الموزعة معها إلا أنه لابد من توافر الخبرة المتينة لدى المهندس الزراعى المسئول بالمزرعة من ناحية تقييم السماد الذى يستخدمه وكذلك الكشف عن جودته ومحتواه وهذا يستلزم الدراية بالطرق التطبيقية اللازمة لتحليل الأسمدة وكذا تقييمها حتى يمكن الوقوف على مدى جودتها وهذا يتطلب منا وجود معمل صغير مجهز بالمزارع الكبرى للتحكم فى الجودة (Quality control Lab) وكذلك مدى مطابقته للمواصفات القياسية المدرج بها السماد ببلد المنشأ .

وذلك لضمان جودة الأسمدة المستخدمة وكذلك الكشف على عمليات الغش ومدى مطابقة نسب العناصر الغذائية الداخلة فى تركيب السماد والمدرجة بشهادة تسجيله وتحليله .

تحليل الأسمدة :

هناك نوعين من الاختبارات يمكن إجرائها للتعرف على الأسمدة :-

الأولى : وهو التحليل الوصفى للأسمدة بغرض التعرف على نوعية السماد أو الأسمدة التى تتواجد فى عينة سمادية معينة .

الثانية : وهو التحليل الكمى للأسمدة بغرض التعرف على النسبة المئوية للعنصر أو العناصر السمادية التى تتواجد فى عينة سمادية معينة .

وعادة ما تجرى الاختبارات الوصفية لجميع أنواع الأسمدة المعدنية (غير العضوية) بينما تجرى التحاليل الكمية لكل من الأسمدة العضوية وغير العضوية .

أولا : التحاليل الوصفية للأسمدة :

تتطلب التحاليل الوصفية إجراء ثلاث أنواع من الاختبارات الأولى تجرى على المادة السمادية الصلبة والثانية تجرى على المستخلص المائى للأسمدة أما الثالثة فتجرى على المستخلص الحامضى .

اختبارات المادة الصلبة للسماد :

1) **اختبار الشكل واللون :**

حيث يجب تحديد ما إذا كانت المادة الصلبة للسماد تأخذ شكلاً بلورياً أو مسحوقاً أو حبيبى أو ... وهناك العديد من الأسمدة يستخدم اللون كاختبار وصفى جيد لها طبقاً للمواصفات القياسية للسماد (أنظر الملاحق بتذييل الكتاب).

2) **اختبار اللهب :**

حيث تعرض عينة من المادة الصلبة للسماد محملة على سلك معدنى (يفضل بلاتين) للهب (باستخدام لهب بنزين) ويستخدم هذا الاختبار أساساً للتعرف على وجود بعض العناصر مثل **(الصوديوم)** الذى يعطى لوناً أصفر فاتحاً وكذلك عنصر **(البوتاسيوم)** الذى يعطى لوناً بنفسجياً ، **(والكالسيوم)** الذى يعطى **لوناً أحمر** **(والنحاس)** الذى يعطى لوناً أخضر مزرق عند التعرض للهب.

3) **اختبار حامض الهيدروكلوريك :**

يتم بإضافة 5 سم حامض هيدروكلويك مخفف إلى جزء من السماد الصلب فى أنبوبة اختبار ويستخدم هذا الاختبار أساساً للتعرف على وجود الكربونات والبيكربونات فى العينة السمادية حيث **(يحدث فوران)** فى حالة وجود الكربونات أو البيكربونات ويحدث ذلك عند اختبار أسمدة (نترات الجير))**(ونترات النشادر)** الجيرية .

4) **اختبار الذوبان فى الماء :**

يتم بإذابة جزء من السماد (1 جم) فى حجم معلوم من الماء المقطر (100 مل) فى دورق مخروطى مع الرج حيث تتميز بعض الأسمدة بدرجة ذوبان عالية بينما الأخرى ذات درجات ذوبان مختلفة أو شحيحة الذوبان .

ويستدل منها على نقاوة السماد وجودته ومدى احتوائه على شوائب .

5) **اختبار الصودا الكاوية :**

ويستخدم أساساً للتعرف على وجود **(الأمونيوم)** فى العينة السمادية يضاف 5 مم محلول صودا كاوية إلى جزء من السماد الصلب فى أنبوبة اختبار حيث يشم رائحة النشادر فى حالة الأسمدة المحتوية على الأمونيا مثل **(نترات الأمونيوم)** أو **(سلفات النشادر)** ولا يعطى سماد اليوريا ونترات الجير نتيجة موجبة مع هذا الاختبار .

6) **اختبار الصودا الجيرية :**

ويستخدم هذا الاختبار للكشف عن **(النتروجين العضوى)** حيث تشم رائحة النشادر عن إضافة الصودا الجيرية (مخلوط من الصودا الكاوية وأكسيد الكالسيوم) الجافة إلى عينة من المادة السمادية الصلبة فى أنبوبة اختبار ويجب مراعاة إجراء هذا الاختبار بعد اختبار الصودا الكاوية للتخلص من الصورة النشادرية غير العضوية التى قد تتواجد فى العينة السمادية .

7) **اختبار عضوية السماد :**

ويستخدم هذا الاختبار أساساً للكشف عن وجود الأسمدة العضوية حيث تشم رائحة الشعر المحروق عند تعريض جزء من العينة السمادية للهب .

اختبارات المستخلص المائى :-

يحضر المستخلص المائى للعينة السمادية بنسبة (1 : 35) أو (1 : 50) باستخدام الماء المقطر ويمكن التدفئة أثناء الذوبان ثم الترشيح إذا لزم الأمر ويستخدم المستخلص المائى لإجراء **الاختبارات التالية :-**

1- اختبار رقم الحموضة (PH) :

يتم تقدير رقم الحموضة للمستخلص المائى للسماد وذلك للتعرف على حموضة أو قلوية الأسمدة فمثلاً يتميز المستخلص المائى لسلفات النشادر بانخفاض رقم الحموضة ويكون المستخلص المائى لسلفات البوتاسيوم متعادلاً تقريباً .

2- اختبار الفوسفات :

ويستخدم للتعرف على وجود **(الأسمدة الفوسفاتية)** حيث يتكون راسب أصفر عند إضافة مولبيدات الأمونيوم وحمض النيتريك إلى المستخلص المائى للعينة السمادية .

3- اختبار الكلوريد :

يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول نترات الفضة 0.01٪ إلى المستخلص المائى للسماد المحتوى على **(الكلوريد)** .

4- اختبار البوتاسيوم والصوديوم :

ويتم ذلك فى جزء من مستخلص السماد باستخدام اختبار اللهب حيث يعطى اللون المميز لكل عنصر الأصفر **(للصوديوم)** البنفسجي **(للبوتاسيوم)** .

5- اختبار الكالسيوم :

يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم عند إضافة كربونات الأمونيوم 5٪ إلى المستخلص المائى للسماد المحتوى على **(الكالسيوم)** .

6- اختبار السلفات :

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم عند إضافة كلوريد الباريوم 5٪ إلى المستخلص المائى للسماد المحتوى على **(كبريتات)** ويفيد هذا الاختبار للتأكد من عدم وجود شق الكبريتات بالمركبات المخلبية حيث أن تواجد الكبريتات بها يدل على ردائة المخلبيات .

7- اختبار الماغنيسيوم :

يتكون راسب أزرق عند إضافة محلول اليزارين بوردو إلى المستخلص المائى للسماد المحتوى على **(المغنيسيوم)** .

8- اختبار النترات :

يؤدى إضافة محلول كبريتات الحديدوز 5٪ ثم حامض الكبريتيك المركز بحرص وعلى جدار الأنبوبة المحتوية على المستخلص المائى للعينة السمادية إلى تكوين ________ تميل إلى اللون الأزرق **(للأسمدة النتراتية)** .

9- اختبار الحديدوز :

يؤدى إضافة محلول ايدروكسيد الأمونيوم NH_4 OH 5٪ أو ايدروكسيد الصوديوم N^a OH 5٪ إلى تكون راسب أخضر متسخ من ايدروكسيد الحديدوز ويتحول

إلى اللون المحمر نتيجة لتأكسده فى الجو إلى أيدروكسيد الحديديك (يدل على وجود الحديدوز بالمركب السمادى .

10- **اختبار الحديديك :**

يؤدى إضافة ايدروكسيد الأمونيوم أو ايدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب هلامى لونه بنى محمر من ايدروكسيد الحديديك يدل على وجود (**الحديديك**) بالسماد .

11- **اختبار الزنك :**

يؤدى إضافة أيدروكسيد الأمونيوم أو أيدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب أبيض جيلاتين من ايدروكسيد الزنك – هذا الراسب يذوب فى الزيادة من الجوهر الكشاف **(يدل على وجود الزنك)** .

12- **اختبار المنجنيز :**

يؤدى إضافة إيدروكسيد الأمنيوم أو أيدروكسيد الصوديوم إلى تكون راسب أبيض من أيدروكسيد المنجنيز وهذا الراسب لا يذوب فى الزيادة من الجوهر الكشف ويكتسب اللون البنى بتعرضه فترة للهواء الجوى يدل على وجود (**المنجنيز**) بالمركب السمادى .

-:

وهى اختبارات فقط تجرى على الأسمدة المعدنية (غير العضوية) التى لا تذوب تماماً فى الماء لإذابة الراسب المتبقى من المستخلص المائى ويذاب فى حمض النيتريك المخفف 0.2 عيارى ويتم الترشيح مرة ثانية إذا لزم الأمر وتجرى الاختبارات الوصفية التالية على هذا المستخلص الحامضى .

1) **اختبار الفوسفات :**

يتكون راسب أصفر من فوسفومولبدات الأمونيوم بإضافة محلول مولبدات الأمونيوم 5٪ ويستخدم هذا الاختبار أساساً لتميز السماد الفوسفاتى (سوبر فوسفات أو تربل فوسفات الكالسيوم) .

2) **اختبار الكالسيوم :**

يتكون راسب أبيض من أكسالات الكالسيوم عند إضافة محلول أكسالات الأمونيوم 5٪ فى وسط حامضى ويدل على وجود عنصر (**الكالسيوم**) .

3) **اختبار الكبريتات :**

يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم عند إضافة محلول من كلوريد الباريوم 5٪ إلى المستخلص المائى للسماد ويزداد تركيز الراسب فى المستخلص الحامضى ويدل على وجود (**الكبريتات**) .

ثانياً : الاختبارات الكمية للأسمدة :

تجرى التحاليل الكمية للعناصر الغذائية فى السماد بغرض تقدير درجة نقاوة السماد وكذلك يمكن تقدير النسبة المئوية للعناصر السمادية الموجودة فى العينة السمادية وحيث أن العناصر الغذائية

الرئيسية هما النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم فإن دراسة التحليل الكمى يجب أن تشتمل (على الأقل) على هذه العناصر الثلاثة سواء بالنسبة للأسمدة المعدنية أو العضوية علاوة على تقدير عناصر الماغنيسيوم والكالسيوم والكلوريد والكبريت .

وتقدر نسبة العنصر السمادى (نيتروجين – فورسفور – بوتاسيوم – كالسيوم – مغنيسيوم ...) فى عينة سمادية من المعادلة التالية :–

٪ للعنصر السمادى = وزن العنصر السمادى × 100
وزن عينة السماد

ويمكن تقدير (٪) للعنصر السمادى فى صورة عنصرية N, P, K أو فى صورة أكاسيد ... P_2O_5, K_2O .

وكذلك يمكن تقدير نسبة النقاوة باستخدام المعادلة التالية .

٪ للنقاوة = ٪ للعنصر السمادى = الوزن الجزيئى للسماد × 100
الوزن الذرى للعنصر السمادى

وعند ملاحظة أن ٪ للعنصر السمادى المقدرة معملياً (أ) أقل من ٪ لنفس العنصر السمادى والمذكورة على عبوة السماد (ب) فانه يمكن حساب نسبة الغش باستخدام المعادلة التالية :–

٪ للغش = ب – أ × 100
ب

ويجب استخدام هذه النتائج لتحديد كمية ونوع السماد المناسب ومقارنة أسعار الأسمدة المختلفة عن طريق حساب تكاليف الوحدة السمادية .

ولإجراء التحليل الكمى للعينة السمادية يجب استخلاصها أولاً :-

طرق استخلاص الأسمدة :–

- فى حالة الأسمدة المعدنية يجرى عادة إستخلاص السماد بالماء أو بمحاليل الأحماض المخففة وذلك حسب نوع العنصر السمادى الموجود .
- فى حالة الأسمدة العضوية يجب هضم العينة السمادية وذلك باستعمال أحماض مركزة أو حرقها ثم استخلاصها بأحماض مخففة أو نصف مركزة .

طرق استخلاص الأسمدة :-

1) **المستخلص المائى للأسمدة :-**

يؤخذ وزن معلومة من السماد المجهول (1 جرام) فى دورق مخروطى ويضاف إليه 100 مل ماء مقطر ثم يرج لمدة ¼ ساعة على جهاز الرج أو ½ ساعة وذلك بواسطة اليد ثـــم يرشح المحلول من خلال ورقة ترشيح ويتم استقبال الراشح .

2) **الأسمدة شحيحة أو عديمة الذوبان فى الماء :**

يؤخذ وزنة معلومة من السماد المجهول فى دورق مخروطى ويضاف إليه 100 مل من حمض نيتريك تركيزه 0.5 ع (يذاب 35.70 مل من حمض نيتريك تركيزه 14 مولر فى لتر ماء فقط) ثم يرج لمدة ¼ ساعة على جهاز الرج أو ½ ساعة يدوياً ثم يرشح المحلول مـــن خـــلال ورق الترشيح ويستقبل الراشح .

نظراً لأن هناك ثلاث مجموعاً رئيسية من الأسمدة غير العضوية تعتبر الأكثر إستخداماً تحـــت الظروف المصرية لذلك سوف نقتصر فيما يلى بتقديم بعض الطـــرق الهامـــة للتقـــدير الكمـــى للعناصر السمادية الأساسية النيتروجين ، الفوسفور ، البوتاسيوم) .

تقدير النيتروجين الكلى فى السماد :

يوجد النيتروجين على صورة ذائبة ويمثلها أملاح **(الأمونيوم)** و**(النترات)** و**(الأحماض الأمينية)** و**(الأميدات)** وعلى صورة غير ذائبة ويمثلها **(النيتروجين البروتينى)** ، ولتقدير الصورة الذائبـــة تجرى عملية استخلاص مائى للعينة السمادية الجافة ثم الترشيح إذا لزم الأمر وبعد ذلـــك يقـــدر النيتروجين الذائب فى المترشح .

تتم عملية التقدير على مرحلتين :-

<u>الأولى : تقدير الأمونيوم ن يد$_4$ (NH_4)</u>

1- يؤخذ 50 مل من المستخلص المائى للعينة السمادية وتوضع فى دورق كلداهل 250 مـــل ثم يوضع نقطتين من دليل الفينولفثالين ثم أضف قليل من أكسيد المغنيسيوم حتى يظهـــر لون الدليل .

2- يوضع 25 مل من حمض البوريك (40 جم / لتر) فى دورق الاستقبال ويضاف 5 نقـــاط من مخلوط الدليلين أحمر الميثايل والبروموكريزول جرين مع مراعاة أن يكـــون طـــرف مكثف جهاز كلداهل مغموراً فى دورق الاستقبال حتى نتحاشى تسرب الأمونيا .

3- تجرى عملية التقطير Steam Distillation .

4- باستخدام سحاحة محتوية على حامض كبريتيك 0.01 عيارى يتم معادلة محتويات دورق الاستقبال ثم بمعلومية حجم الحمض المستخدم يمكن حساب الأمونيا (الأمونيوم) بالمعادلـــة الآتية :-

= ح × 0.01 × 14 × الحجم الكلى لمستخلص السماد × 1000
الحجم المستخدم للتقدير وزنه عينة السماد المستخلصة

الثانية : تقدير النترات (ن أ$_3$) (NO_3):

يضاف قليل من الدفاردا (خليط من الزنـك ، نحـاس ، الألومنيـوم) Devarda alloy إلـى محتويات دورق كلداهل المتبقية بعد تقدير الأمونيا ثم يتم اتباع نفس طريقة التقطير السابقة وفائدة الدفاردا أنها تحول النترات إلى أمونيوم التى يمكن تقديرها باستقبالها فى دور جديد يحوى حمض بوريك ثم التعادل بحمض كبريتيك ويتم حساب كمية النترات بمعلومية حجم الحامض المستخدم (ح) .

مليجرام نترات لكل كيلو جرام سماد = ح × 0.01 × 14 × الحجم الكلى لمستخلص السماد × 1000
الحجم المستخدم للتقدير وزنه عينةالسماد المستخلصة

التقدير الكمى لليوريا $NH_2 - CO - NH_2$

تستخدم اليوريا كسماد نيتروجينى لزيادة النمو الخضرى ، وتحتوى اليوريا على مجموعتى أميد وعليه فإن لها صفات قاعدية وترتبط مع الأحماض ويتكون أملاح .

ودرجة انصهار اليوريا (132.5م°) وباختلاف درجة انصهارها عن (132.5م°) فإن هذا السماد يكون مختلط بأملاح أخرى ، كما أن اليوريا تتحول إلى ك أ$_2$ + نوشادر بتأثير أنزيم اليـوريز، وتتحول اليوريا فى وجود القلوى (NaOH ، KOH) إلى كربونات صوديوم وأمونيـا وذلـك بالتسخين (60 – 70م°) ويجب عدم زيادة درجة الحرارة حتى لا تتحلل كربونات الصوديوم .

وفى هذه الطريقة يأخذ **(1 جم)** من سماد اليوريا فى دورق مخروطى وتذاب فى 70 مـل مـن الماء المقطر ثم يرشح ويكمل الراشح إلى 100 مل ثم يأخذ 2 مـل مـن الراشـح فـى دورق مخروطى ثم يضاف إليه 25 مل من محلول الصودا الكاوية ثم يتم معادلة الزيادة مـن NaOH ومعايرة Na_2CO_3 الناتجة عن تفاعل اليوريا مع NaOH باستخدام حامض الكبريتيك المعلـوم المعيارية (ع) على مرحلتين :-

المرحلة الأولى : يتم تحويل الصودا الكاوية NaOH إلى كبريتات صوديوم وكذلك تحويل كربونات الصوديوم Na_2CO_3 إلى بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ وذلك فى وجـود دليـل فينوفثالين وليكن الحجم المستخدم من حامض الكبريتيك هو (س) .

المرحلة الثانية : يتم تحويل بيكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ فى وجـود دليـل بروموفينول بلو إلى كبريتات صوديوم وليكن حجم حامض الكبريتيك المستخدم فى هذه المرحلة (ص) .

طريقة الحساب : يمكن استنتاج ملليمكافئات حامض الكبريتيك المستخدم فى معادلة كربونات الصوديوم حيث تساوى 3ص × ع وهى تساوى ملليمكافئات اليوريا الموجودة فى الوزنة (و) .

$$\text{٪ لليوريا} = 3\text{ ص} \times \text{ع} \times \frac{\text{الوزن الجزئى لليوريا}}{2 \times 1000} \times \frac{\text{الحجم الكلى}}{\text{حجم التقدير}} \times \frac{100}{\text{وزن العينة}}$$

حيث : الحجم الكلى = 100 مل

حجم التقدير = 2 مل

وزن العينة السمادية = 1 جرام

تقدير الكالسيوم :

الفكرة التى يبنى عليها التقدير :-

يقدر الكالسيوم فى المستخلص الحامضى وذلك بترسيبه باستعمال اكسالات الأمونيوم فى وسط حامضى ضعيف فيترسب على صورة أكسالات الكالسيوم وبإضافة حمض الكبريتيك يتحول أكسالات الكالسيوم الى حمض الاكساليك الذى يمكن تقديره حجمياً وذلك باستعمال محلول عيارى من برمنجنات البوتاسيوم .

ويراعى عند ذلك ضبط رقم الحموضة من (4 – 6) أى حوالى 5 والغرض من ضبط رقم الحموضة هذه أن يكون الوسط الحامضى ضعيف يسمح فقط بترسيب الكالسيوم على صورة أكسالات الكالسيوم حيث أن انخفاض رقم الحموضة عن هذا يؤدى إلى إذابة راسب أكسالات الكالسيوم وكذلك زيادة رقم الحموضة عن هذا الحد يؤدى إلى ترسيب عناصر الكالسيوم والماغنيسيوم والباريوم والمنجنيز على صورة فوسفات هذه العناصر ، كذلك يرسب الحديد والألومنيوم والماغنيسوم والمنجنيز على صورة أيدروكسيدات مما يصعب من عملية تقدير الكالسيوم .

ويضبط رقم الحموضة باستعمال **(دليل أحمر الميثايل)** حيث أن مدى تغير لون الدليل من الأحمر إلى الأصفر يقع فى حدود رقم الحموضة (4 – 6) ويفضل استعمال محلول خلات الصوديوم وحمض الخليك فى ضبط رقم الحموضة .

وبعد ضبط رقم الحموضة فإن إضافة أكسالات الأمونيوم ترسب كل الكالسيوم فى العينة على صورة أكسالات الكالسيوم حيث يفصل الراسب ثم يغسل عدة مرات بماء مقطر للتخلص من أكسالات الأمونيوم المتبقية ، ثم يضاف حمض كبريتيك إلى الراسب حيث ينفرد حمض الأسكاليك التى يمكن تقديره بمعايرته مع محلول معلوم العيارية من برمنجنات البوتاسيوم وتكون عدد مكافئة البرمنجنات = مكافئة الكالسيوم فى العينة وتكون التفاعلات كالآتى :-

كا$^{2+}$ + (ن يد$_4$) م^{ك} 2أ $_4$ ← كاك 2أ $_4$ + 2 ن يد 4^{+}

كاك 2أ $_4$ + يد$_2$ كب أ $_4$ ← كا كب أ $_4$ + يد$_2$ ك$_2$ أ$_4$

خطوات العمل :-

1- يؤخذ 25 سم^3 بالضبط من المستخلص الحامضى للسماد وتوضع فى كأس سعته 250 مل.

2- يضاف 5 سم^3 حمض الأيدروكلوريك (HCL) المركز فيصبح الوسط حامضى فى المحلول .

3- يضاف 3 – 4 نقط من الدليل أحمر الميثايل فيتلون المحلول بلون أحمر .

4- يتم معادلة الحموضة فى الكأس حتى ظهور اللون الأصفر الواضح وذلك باضافة محلول خلات الصوديوم المخفف ببطء مع التقليب حتى لا يترسب الكالسيوم والمغنيسيوم على صورة فوسفات وتجرى هذه العملية على البارد .

5- يضاف حمض الأيدروكلوريك نقطة مع استمرار التقليب حتى يتحول اللون إلى اللون الأحمر وعندئذ يصبح رقم حموضة المحلول ما بين (4 – 6) .

6- يضاف 10 سم من محلول حامض الأكساليك ويغلى محتويات الكأس .

7- يضاف 10 سم من محلول ساخن من أكسالات الأمونيوم المشبعة نقطة نقطة من خلال سحاحة مع استمرار تقليب المحلول حتى يتكون راسب خفيف .

8- يستمر غليان المحلول لمدة 5 دقائق للمساعدة فى تكوين حبيبات كبيرة من أكسالات الكالسيوم يتوقف درجة تكوين أكسالات الكالسيوم على كمية المحلول المأخوذة .

9- يترك المحلول فى الكأس ليبرد ثم نضبط درجة الحموضة عند رقم (5) حتى يتم إتمام ترسيب أكسالات الكالسيوم وذلك عن طريق إضافة محلول خلات الصوديوم نقطة نقطة مع التقليب حتى يتلون باللون البرتقالى المحمر على أن يميل إلى اللون الأحمر عن الأصفر وفى حالة إصفرار المحلول يضاف حمض خليك مخفف .

10- بعد ضبط رقم الحموضة المطلوب وهو رقم 5 يترك المحلول فى الكأس لمدة ليلة ثم يرشح خلال ورقة ترشيح (44 W) ويستقبل الراشح فى كأس سعة 400 مل حيث يتم استخدامه فى تقدير الماغنيسيوم بطريقة التحليل بالوزن .

11- يغسل الراسب على ورقة الترشيح بماء مقطر حتى يتم التخلص من حامض الأكساليك وأكسالات الأمونيوم الزائدة ويستقبل فى نفس الكأس .

12- تثقب ورقة الترشيح ويضاف إلى الراسب الموجود عليها 10 سم^3 من حامض الكبريتيك (1 : 4) لإذابة الراسب ويتم ذلك فى نفس الكأس الذى سبق الترسيب فيه .تغسل ورقة الترشيح بالماء الساخن .

13- يسخن المحلول فى الكأس إلى ما قبل الغليان ثم ينقط عليه بمحلول برمنجنات البوتاسيوم معلومة العيارية .

14- يضاف إلى محتويات الكأس 10 سم أخرى من نفس حمض الكبريتيك (1 : 4) .

15- تنقل ورقة الترشيح إلى الكأس وتكمل عملية التعادل .

16- من حجم (برمنجنات البوتاسيوم) يمكن حساب كمية الكالسيوم فى المحلول .

17- كل 1 سم^3 من برمنجنات البوتاسيوم قوتها 0.05 عيارى تكافئ واحد ملليجرام كالسيوم على صورة كا .

18- تحسب نسبة الكالسيوم فى العينة السمادية الجافة طبقاً للمعادلة التالية :-

٪ كالسيوم = (ملليمكافئات الأكسالات – ملليمكافئات البرمنجنات) × (2000/40) × الحجم الكلى / حجم التقدير) × (100 / وزن العينة) .

تقدير المغنيسيوم :

يقدر المغنيسيوم فى المحلول المتبقى بعد ترسيب الكالسيوم والترشيح ويؤخذ هذا المحلول ويقدر فيه المغنيسيوم بطريقة الترسيب باستعمال فوسفات الأمونيوم فى وسط قلوى ليتم ترسيبه على صورة فوسفات المغنيسيوم والأمونيوم ثم يقدر وزنها بعد حرق هذا الراسب وتحويله إلى بيروفوسفات .

خطوات العمل:

1- يؤخذ 250 مل من المستخلص المائى للسماد فى كأس سعة 400 م^3 .

2- يغلى هذا الراشح (250 مل) حتى يتم تركيزه إلى حوالى 100 سم^3 .

3- يضاف إلى المحلول 30 سم^3 من حمض النيتريك ويستمر فى الغليان لمدة 15 دقيقة ويرشح المحلول ويغسل الراسب بماء مقطر ويستقبل الراشح وماء الغسيل فى كأس نظيف سعة 250 مل ويهمل الراسب .

4- يضاف إلى الراشح 5 سم^3 حامض الأيدروكلوريك المركز ويسخن للغيلان لمدة 10 دقائق .

5- يخفف المحلول فى الكأس باضافة 25 سم ماء مقطر .

6- يضاف للمحلول 10 سم^3 محلول سترات صوديوم 10 .

7- يضاف إلى محتويات الكأس 15 سم^3 محلول فوسفات الأمونيوم 10٪ .

8- يضاف محلول هيدروكسيد الأمونيوم (1 : 1) نقطة نقطة مع استمرار التقليب حتى نشم رائحة النشادر ويصبح المحلول قلوى ضعيف ويبدأ تكوين الراسب ثم يضاف 25 سم^3 من هيدروكسيد الأمونيوم مع التقليب بشدة حتى يتكون راسب واضح من فوسفات الماغنسيوم والأمونيوم .

9- يترك المحلول لمدة ليلة ثم يرشح .

10- يغسل الراسب الموجود على ورقة الترشيح بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم مخفف (1 : 1) عدة مرات .

11- تنقل ورقة الترشيح بما عليها من راسب إلى بوتقة معلومة الوزن وتحرق فى فرن احتراق على درجة حرارة 550م^o لتحويل الراسب إلى بيروفوسفات الماغنيسيوم .

12- تبرد البوتقة فى مجفف ويعاد وزنها لتقدير وزن بيروفوسفات الماغنيسيوم والذى منه يمكن حساب كمية الماغنيسيوم فى العينة المستخدمة .

13- تحسب نسبة الماغنيسيوم فى العينة السمادية الجافة .

تقدير الفوسفات :

الفكرة التى يبنى عليها التقدير :

يقدر الفوسفور بطريقة الترسيب باستعمال موليبدات الأمونيوم فى وسط حامض قوى ليتم ترسيبه على صورة **(فوسفو موليبدات)** الأمونيوم ثم يقدر حجمياً باستعمال محلول عيارى من الصودا الكاوية ويتم تهيئة وسط الترسيب وذلك بإضافة حمض نيتريك مركز والذى يؤدى إلى تحويل أملاح الفوسفات الذائبة إلى أرثو فوسفات والتى تتحد مع ن يد$_4$ المتكونة من هيدروكسيد الأمونيوم وحمض النيتريك فتكون فوسفات الأمونيوم .

خطوات العمل :-

1- يؤخذ بالماصة 25 سم^3 من المستخلص الحامضى للسماد ويوضع فى دورق مخروطى سعته 250 سم^3 .
2- يضاف 20 سم^3 حمض نيتريك مركز .
3- يضاف 10 سم^3 هيدروكسيد الأمونيوم مركز ويرج المحلول ويبرد لدرجة حرارة الغرفة .
4- يضاف 25 سم^3 محلول موليبدات الأمونيوم ويرج الدورق لمدة 15 دقيقة يدوياً أو باستخدام جهاز رج .
5- يترك الدورق لمدة 5 دقائق ثم يرشح الرائق من المحلول خلال ورقة ترشيح ثم يغسل الراسب غسلاً جيداً بماء مقطر للتخلص من آثار الحمض.
6- تنقل ورقة الترشيح بما عليها من راسب إلى الدورق المخروطى ويغسل بالماء المقطر.
7- يضاف إلى الراسب بالدورق المخروطى محلول هيدروكسيد الصوديوم قوته 0.1 عيارى .
8- يخفف المحلول فى الدورق بماء مقطر 25 سم^3 ويضاف 2 – 3 نقط من دليل الفينولفثالين .
9- يتم معادلة الزيادة من الصودا الكاوية باستعمال حمض كبريتيك قوته 0.1 عيارى .
10- من حجم الصودا الكاوية التى لزمت لإذابة راسب فوسفو موليبدات الأمونيوم يحسب كمية الفوسفور فىالمحلول ، وتحسب بالنسبة للعينة السمادية الجافة بالمعادلة التالية -:

ملليمكافئات الصودا الكاوية = ملليمكافئات الفوسفور + ملليمكافئات الحمض + وزن الفوسفور بالمليجرام = ملليمكافئات الفوسفور × 23/31 .

تقدير البوتاسيوم :

يتم تقدير البوتاسيوم فى المستخلص الحمضى أو المائى للعينة السمادية بنفس الطريقة التى أجريت لتقدير البوتاسيوم فى المستخلص الحامضى للنبات .

تقدير السلفات:

يتم تقدير الكبريتات فى المستخلص المائى أو الحامضى بطريقة وزنية Gravimetric .

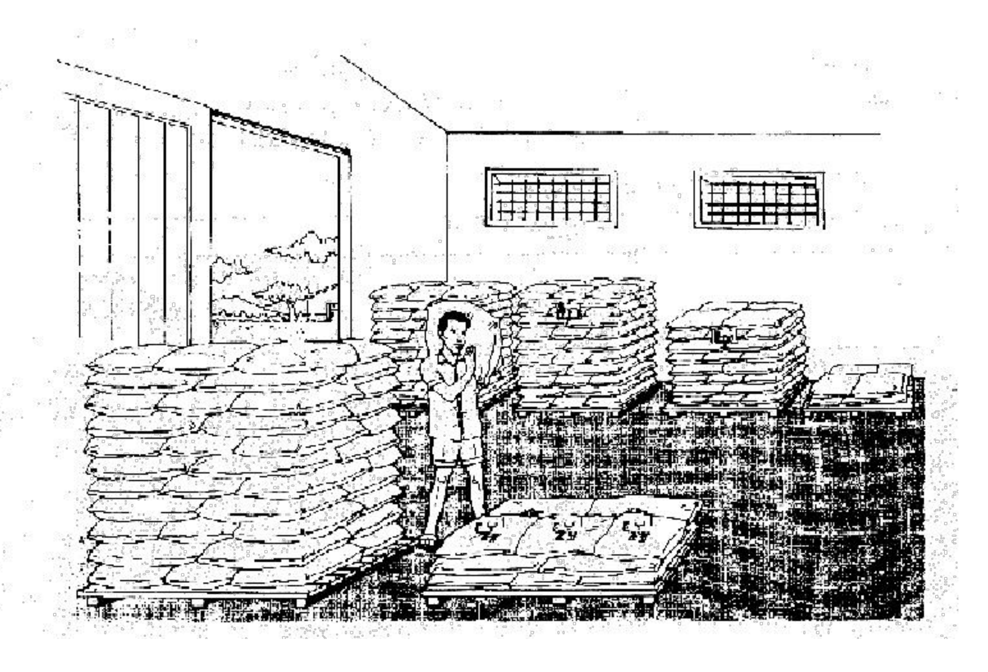
خطوات العمل:

1- يؤخذ المستخلص المائى أو الحامضى للعينة السمادية فى كاس سعة 250 مل ويسخن حتى الغليان .
2- يوضع محلول كلوريد الباريوم نقطة نقطة مع استمرار تحريك المستخلص بساق زجاجى .
3- يترك المحلول ليلة كاملة Overnight حتى يترسب كبريتات الباريوم .
4- يرشح المحلول على ورقة ترشيح مناسب ثم يغسل الراسب عدة مرات بماء ساخن حتى التأكد من خلو الراشح من الكلوريد .
5- توضع ورقة الترشيح وما عليها فى بوتقة فى فرن كهربى Mufel لمدة 2 ساعة على درجة حرارة 500 م° .
6- تترك البوتقة لتبرد ثم يقدر كبريتات الباريوم بالفرق فى الوزن بالمعادلة التالية :-

طريقة الحساب:

ملليجرام الكبريتات لكل كيلو جرام سماد = مليجرام كبريتات الباريوم × 1000 × 0.41153

الفصل السابع



تخزين وتداول الأسمدة المعدنية

تخزين وتداول الأسمدة المعدنية



تخزين وتداول الأسمدة المعدنية :

إن التنظيم الصحيح لتخزين ونقل وإضافة الأسمدة يعتبر ذو أهمية كبيرة فى تقليل فقدانها وزيادة فعاليتها ، حيث أن الأسمدة المعدنية يجب أن تخزن فى مخازن خاصة حيث أن تخزين الأسمدة فى الأماكن المفتوحة وغير المهيأة من حيث الأدوات يؤدى إلى فقدان كبير فى الأسمدة (حتى 10 – 15٪) إضافة إلى تردى صفاتها (الترطب – التصلد – انخفاض كمية المواد المغذية فيها) ، فعلى المساحات المغطاة بالأسفلت أو الأسمنت ومفتوحة يجب أن تتوافر فيها طرق للتخلص من مياه الأمطار أو الثلوج الذائبة أو المياه الجوفية يسمح فقط بتخزين الأسمدة التى تكون فى أكياس من البلاستيك ومحفوظة فى صناديق مرتبة على شكل أكوام (يستثنى من هذه الحالة نترات الأمونيوم) ، كما أن الأكوام يجب أن توضع على ألواح خشبية (بالتات) وتغطى بالبلاستيك السميك .

إن ضرورة تخزين الأسمدة تقوم على أساس الاستخدام على فترات وعلى التأمين غير المتساوى خلال السنة .

هذا وإن المخازن المبنية على أساس تصميم نموذجى يجب أن تستجيب للمتطلبات الأساسية التالية :-

1- **تأمين وقاية الأسمدة من الأمطار والمياه الجوفية (العزل) .**
2- **توفير ظروف جوية ضرورية فى المخازن (منع التيارات الهوائية والهواء الرطب) .**
3- **توفير إمكانية العمل الممكن لتفريغ وشحن الأسمدة (على طول المخزن يجب أن يكون ممر مركزى ذو عرض 3 أمتار لأجل الحركة الحرة للناقلات والشحنات) .**
4- **لأجل إفراغ الأسمدة غير المعبأة يجب أن يمتلك المخزن منظومة استقبال .**

5- أرض المخزن يجب أن تكون أسمنتية أو أسفلتية (ذلك لأنه عند تخزين الأسمدة على الأرض الترابية فإن صفاتها الفيزيائية تتغير وهى تترطب وتتميع) .

توضع الأسمدة المعبأة (**عدا نترات الأمونيوم**) على قاعدة مستوية بثلاث طبقات وخمسة صفوف فى كل قاعدة (المجموع 15 صفاً) ، وفى المناطق ذات الرطوبة العالية أو الكافية فمن المستحسن أن توضع الأسمدة المعبأة على ألواح مشبكة وعلى الرفوف ، هذا وعند التخزين من الضرورى الحذر وتأمين المحافظة على أكياس أو كارتونات التعبئة ، وفى حالة تمزقها لابد من إعادة التعبئة على الفور .

ملحوظة هامة :

إن (**نترات الأمونيوم**) قابلة للاحتراق ، ولهذا تخزن فى قطاعات معدة خصيصاً ومعزولة أو فى مخازن منفردة ، فأكياس نترات الأمونيوم يفضل خزنها على رفوف عادية أو على رفوف مضادة للتآكل بارتفاع عشرة صفوف (فى خطين فى كل منهما 5 صفوف على كل قاعدة) ، يجب أن تساوى المسافة بين الأكوام والجدار متراً واحداً ، أما ما بين الأكوام فيجب أن تكون 3 أمتار .

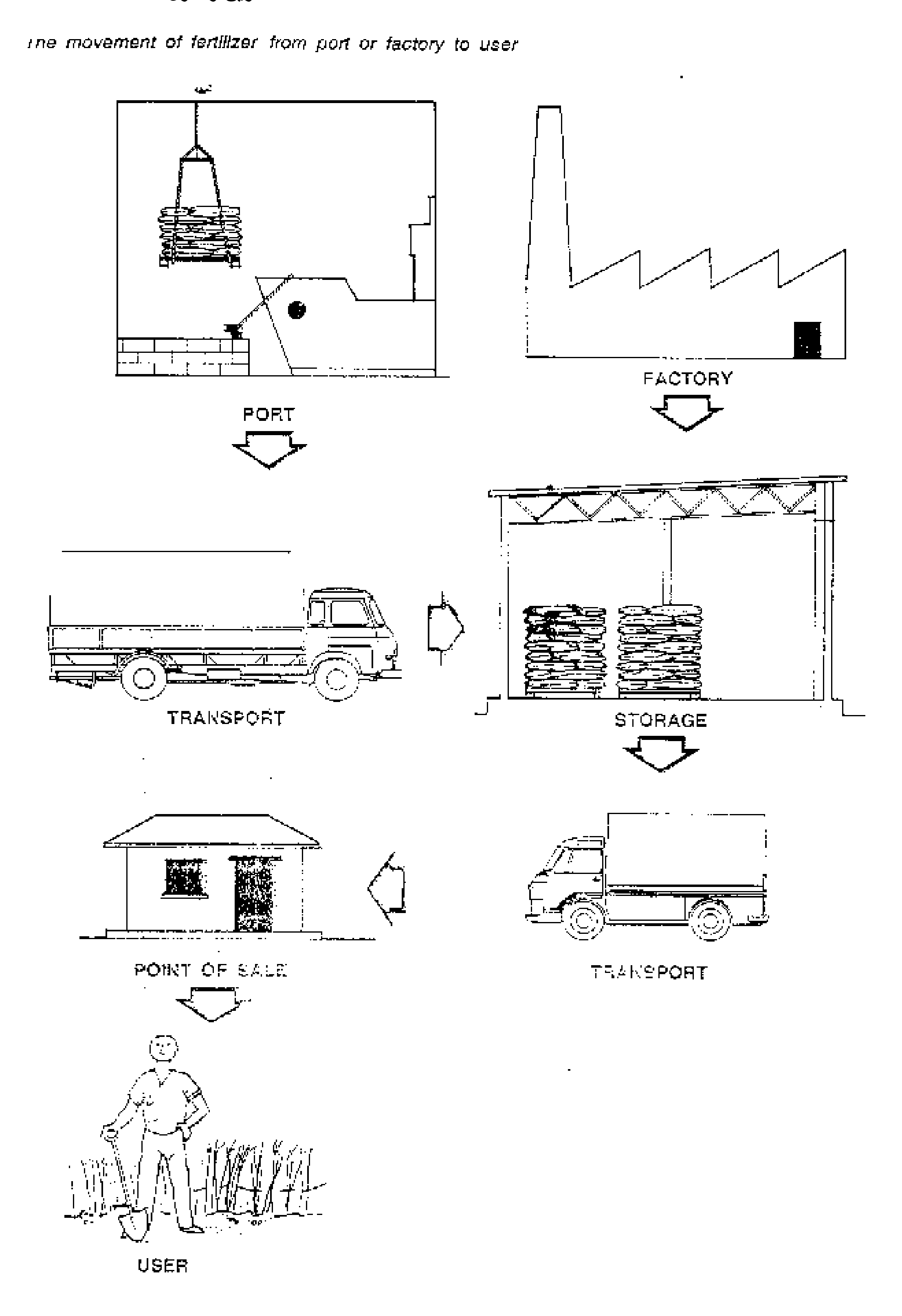
هذا ويجب أن تخزن (**الأسمدة السائلة**) منفصلة عن (**الأسمدة الصلبة**) كما يجب الأخذ فى الاعتبار الحرص الشديد عند تداول وتخزين (**الأحماض المركزة**) المستخدمة فى برامج التسميد مثل (**حمض الفوسفوريك ، حمض النيتريك**) حيث يجب أن تخزن بأماكن منفصلة فى عبوات من البلاستيك المعامل المحكم الغلق وعدم تعرضها للحرارة العالية ويتم وضع لافتات تحذيرية يكتب عليها (خطر) وذلك للحرص فى التعامل معها ويتم رصها وتكديسها على منصات (بالتات) بلاستيكية وليست خشبية حيث أن قطرات الأحماض المركزة يمكن أن تتفاعل مع السليلوز بالأخشاب وكذلك بالمعدن.

إرشادات التخزين للأسمدة

يجب مراعاة الآتى عند تخزين الأسمدة بالمخازن :-



1. **مراعاة درجة الحرارة المناسبة للتخزين .**
2. **أن يكون المكان جيد التهوية .**
3. **التخزين بعيداً عن غذاء الإنسان والحيوان .**
4. **التخزين بعيداً عن متناول الأطفال .**
5. **توافر عنصرى الأمن والأماكن بالمكان .**
6. **الكشف الدورى على العبوات المخزونة حتى يمكن استبعاد التالف منها .**
7. **عند الاستعمال يراعى استخدام العبوات طبقاً لأسبقية تاريخ التخزين وتاريخ صلاحية السماد طبقاً للنشرة .**
8. **يجب أن يكون هناك سجلات إضافة (كارت صنف) خاص بكل نوعية سماد مدون به تاريخ الإنتاج والصلاحية حتى يسهل متابعة الأصناف داخل المخزن واستبعاد التالف منها أى لابد من وجود سجل دقيق مدون به كافة البيانات لسهولة متابعة حركة المخزن .**



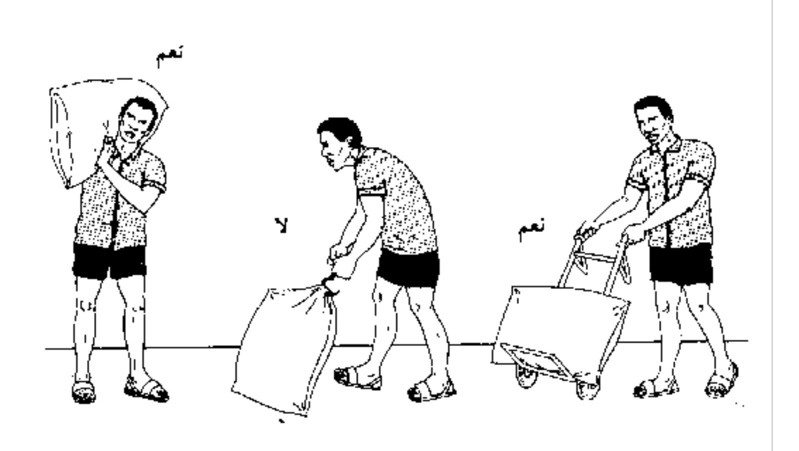
نقل السماد من الميناء أو المصنع إلى المستخدم (المزارع)

✍ يجب أن تراعى عدة نقاط هامة أثناء النقل للأسمدة المعدنية :-

1- يجب أن تنقل فى عبوات محكمة الغلق لتقليل الفقد .
2- يجب أن توضع الأسمدة على قواعد مثبتة داخل العربات (الشاحنات) .
3- يجب أن تكون أسقف هذه الشاحنات مغطاة وإذا كانت غير مغطاة لابد من تغطية منصات الشاحنات وتغطية الأسمدة بغطاء سميك غير منفذ للحرارة (يفضل تغطيتها بمواد عازلة أثناء النقل لتلافى الآثار الضارة للحرارة أو الأمطار أو الرطوبة العالية) .
4- يجب أن تكون الشاحنات تحتوى على أبواب موسعة حتى يسهل تفريغ السماد .
5- يمنع خلط الأسمدة ببعضها مع البعض أثناء النقل وكذلك مع المواد الأخرى (يراعى عدم نقل الأسمدة السائلة مع الصلبة) .
6- تراعى طرق التحميل والتشوين والتداول السليمة ، كما سيتم توضيحها بالشرح .

وفيما يلى بعض الإرشادات الهامة بتداول الأسمدة :-

- يجب التعامل بعناية تامة مع الأكياس ، لا تدع العمال يستخدمون الخطافات ، بل يجب أن يتم حمل الأكياس دائماً بدل من جرها على الأرض ، كما يجب وضعها على الأرض برفق وليس رميها ، عليك أن تكدس الأكياس بشكل صحيح وحمايتها من الأمطار والرطوبة والشمس .



إن التعامل مع الأسمدة بطريقة صحيحة يقلل من خطر تلف الأكياس وحدوث الخسائر ويقلل من الفاقد منها



- ممنوع تماما استخدام (الخطافات) اثناء تفريغ او تحميل أو تداول السماد وذلــك لتجنــب تهتــك الشكائر وزيادة نسبة التالف من الأسمدة وتعرضها للفقد .

☜ إن الأسباب الرئيسية لحدوث الضرر هى :-

- استخدام الخطافات .
- جر الأكياس على أرضيات المخازن والشحنات حيث يمكن للأشياء الحادة إحداث ثقــوب فيها .
- إلقاء الأكياس من الأماكن المرتفعة (مما يعرضها للتمزق) .
- السماح بحدوث بلل واتساخ للأكياس (تسرب الرطوبة إليها).
- التعرض للشمس الذى يضعف العديد من الأكياس البلاســتيكية (عــلاوة علــى حــدوث تفاعلات من شأنها أن تقلل من القيمة الغذائية للســماد وتغيــر مــن خواصــه الطبيعيــة والكيميائية) .

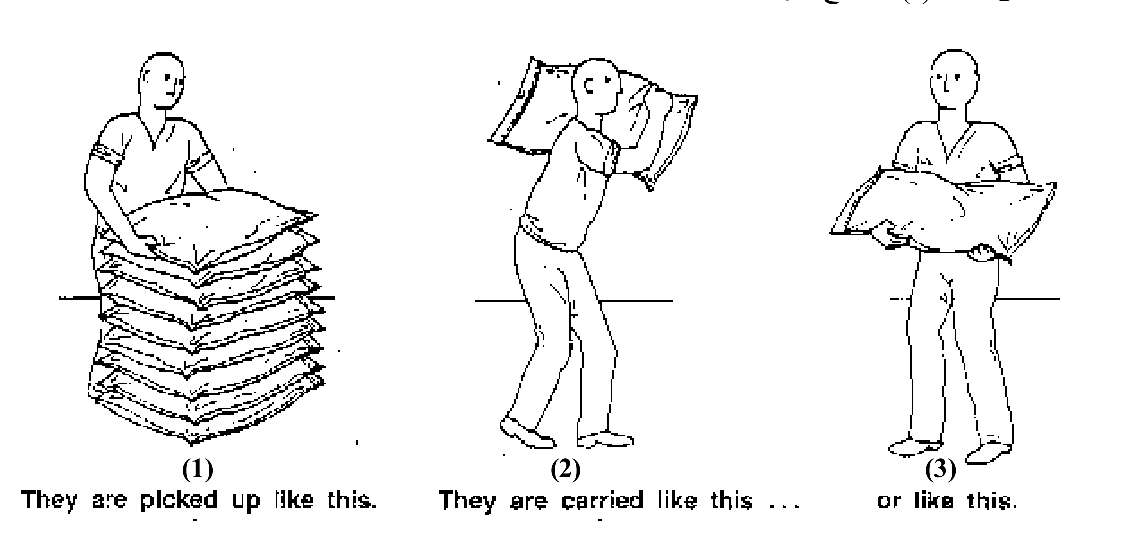
☜ فى حالة تلف أحد الأكياس :-

إذا كان الثقب صغير فحاول ترقيعه باستخدام قطعة بلاستيك لاصقة أو أى مادة أخرى مناسبة ومضادة للرطوبة ، أما إذا كان الكيس قد تضرر بشكل كبير فإنه يجب عليك إعادة تكييس السماد فى عبوة أخرى غير منفذة للرطوبة .

هذا ويجب أن نتأكد من أن سقف المخزن لا يرشح أو يسرب ماء ، وبأن الأرضــية جافــة وأن البنايــة نظيفة ، قم بتكنيس الأرض مرات عديدة وتنظيف أى انسكاب فــوراً ، يجــب أن لا تلاصــق الأكيــاس الأرض ، أو الجدران أو السقف ، يجب أن لا ترمى الأكياس على شكل أكوام ، **قد يتم تكديســها بشــكل**

مرتب ، قم بعمل أكداس منفصلة لكل نوع من الأسمدة ثم قم بتثبيت بطاقة التسجيل على كل مجموعة مكدسة بحيث يمكنك الاحتفاظ بسجل دقيق لكافة تحركات الأكياس .

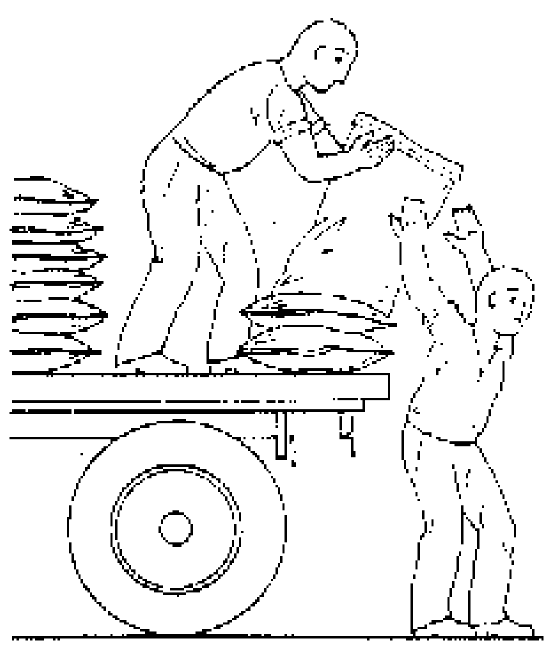
وفيما يلى شكل ( ) يوضح طريقة التحميل الصحيحة للعبوات السمادية :



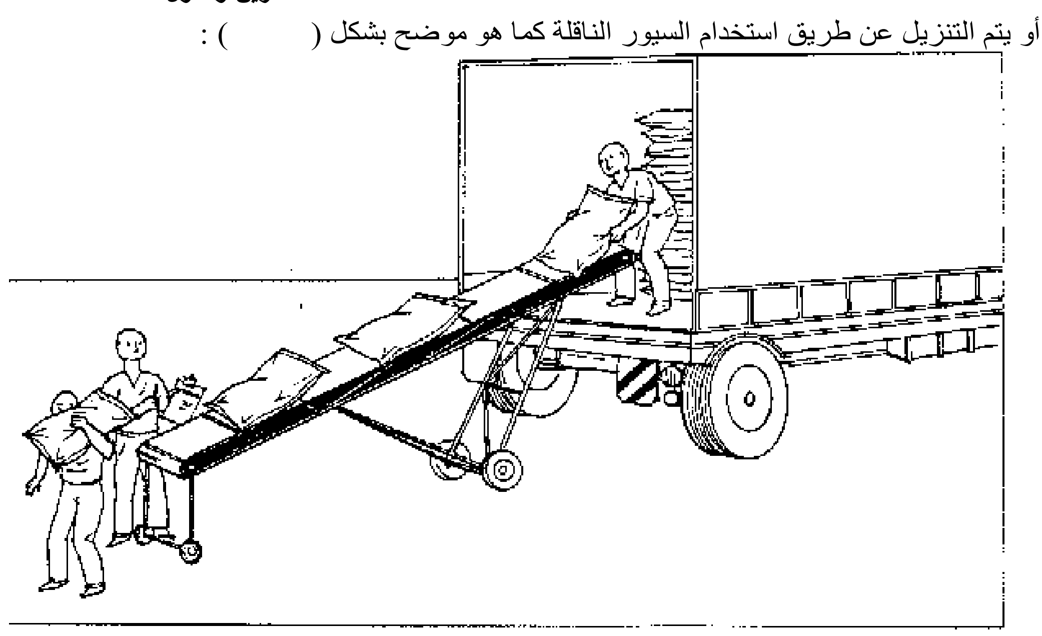
(1) They are picked up like this. (2) They are carried like this ... (3) or like this.

فالطريقة السليمة لالتقاط الشيكارة تكون كما (1) وحملها كما (2) أو (3)

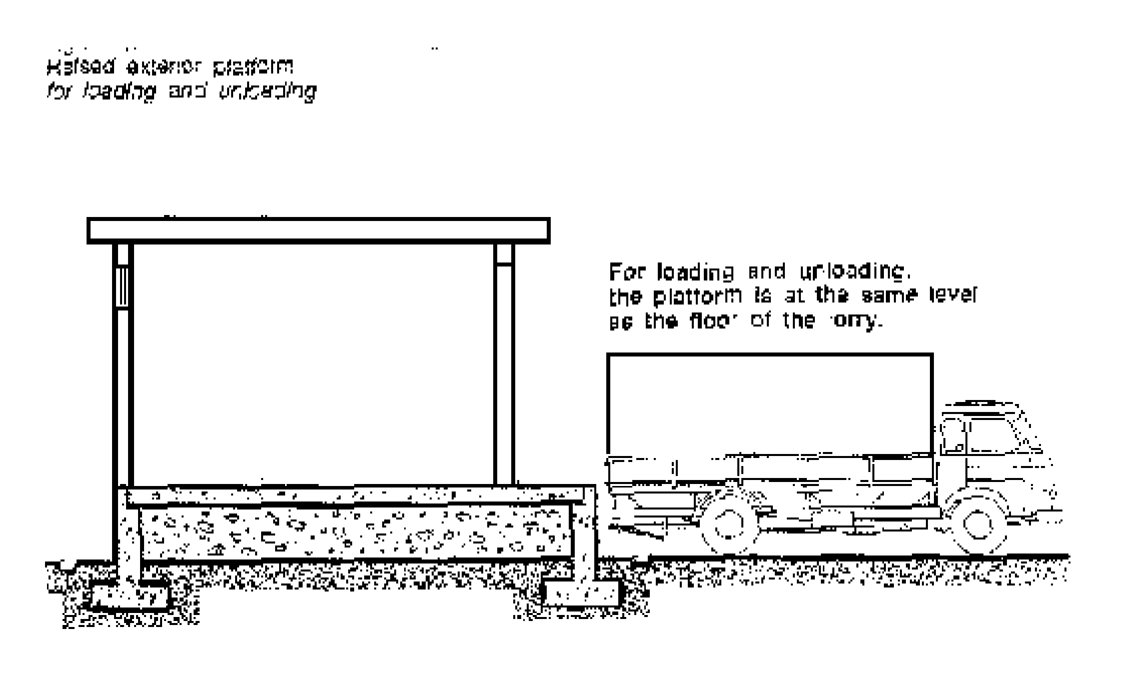
ويوضح شكل ( ) طريقة التنزيل السليمة للعبوات السمادية عند استخدام التحميل اليدوى الشخصى مع الكميات القليلة .



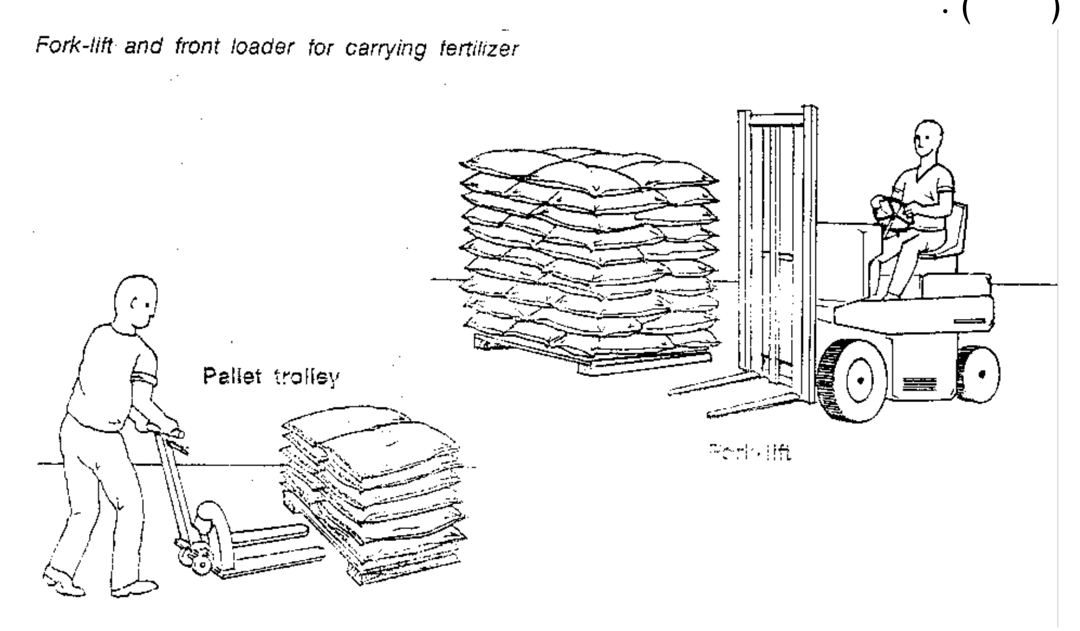
أو يتم التنزيل عن طريق استخدام السيور الناقلة كما هو موضح بشكل (   ) :



ويمكن أن يراعى عند تصميم المخازن المخصصة لتشوين الأسمدة أن يكون مستوى أرضية المخزن عالية (مرتفعة عن سطح التربة) بمقدار يساوى ارتفاع مستوى أرضية الشاحنة الناقلة للسماد كما هو موضح بالشكل ( ) وذلك لسهولة التفريغ والتحميل .

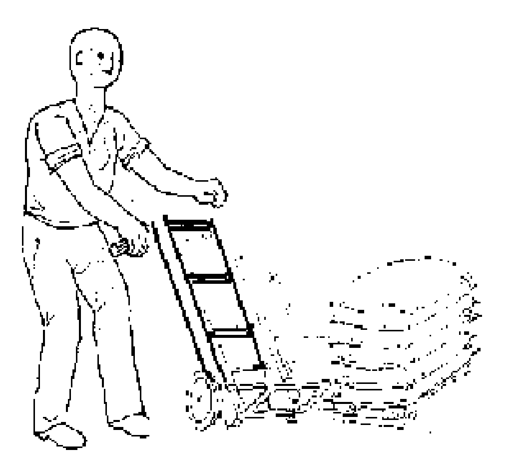


ويفضل أثناء التنزيل أو التحميل للعبوات السمادية استخدام **الأوناش الصغيرة ذات الشـوكة (Fork-lift)** أو **حاملة البالتات اليدوية** أو **الكهربائية (Pallet trolley)** وذلك كما هـو موضـح بشـكل ( ) .



ولابد أن يراعى طريقة الرص للعبوات السليمة على البالتات الحاملة للشـكائر حتـى لا تتمايـل ولا تتساقط أثناء التنزيل أو الرفع كما سيتم توضيحه فى طرق الرص السليمة للشكائر .

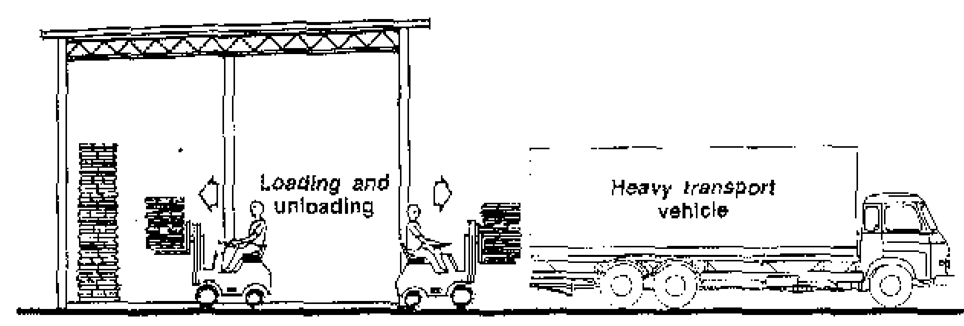
أو يتم النقل بواسطة العربة اليدوية المطولة كما هو موضح بالشكل ( ) .

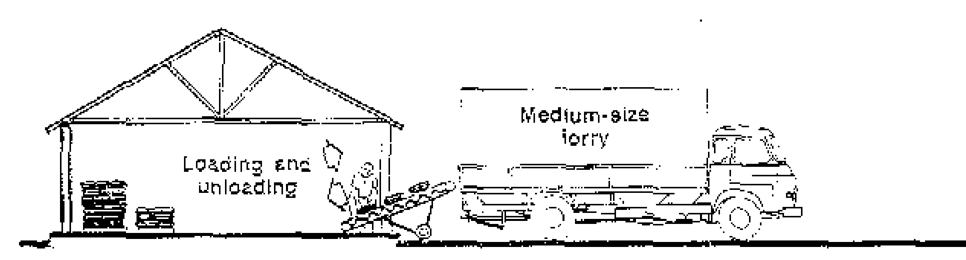


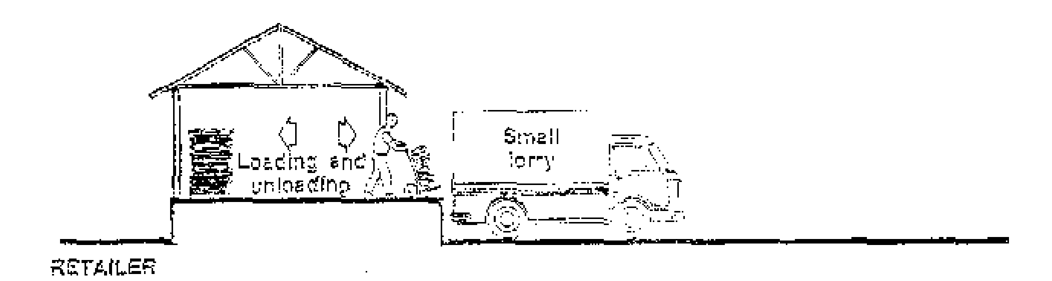
Sack Trolley for carrying Fertilizer

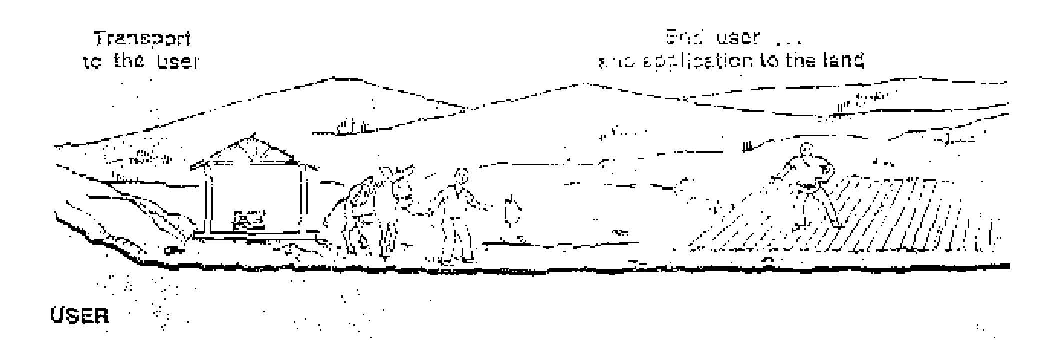
شكل (   ) يوضح تنزيل وتحميل الأسمدة أثناء التنقل من المخازن الرئيسية إلى المستخدم النهائى (المزارع) -:

Loading and unloading of fertilizers during transport (from the main warehouse to the end user)



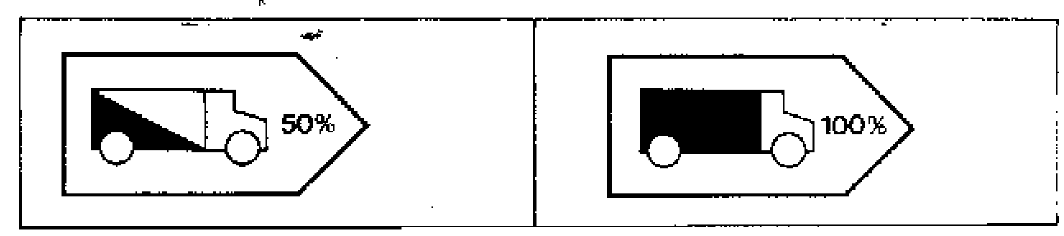






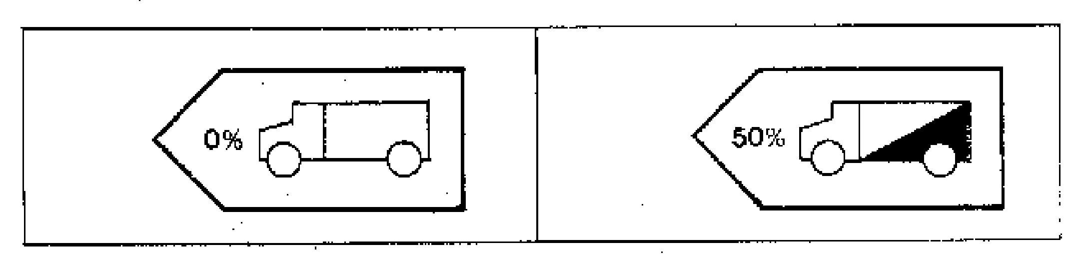
شكل (   ) يوضح كيف يمكنك تقليل تكلفة نقل الأسمدة .

How to reduce transport costs

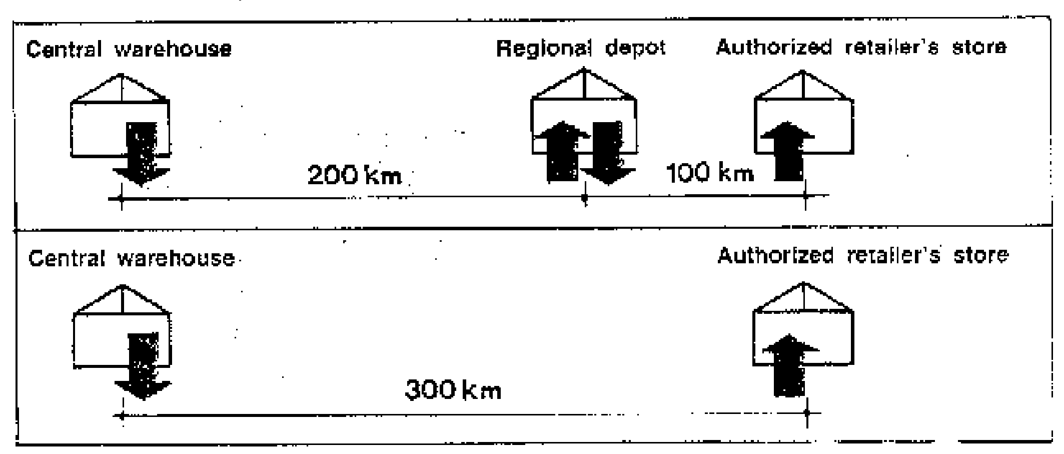


FULL USE OF LOAD CAPACITY

• استغلال كامل القدرة الاستيعابية أثناء النقل .

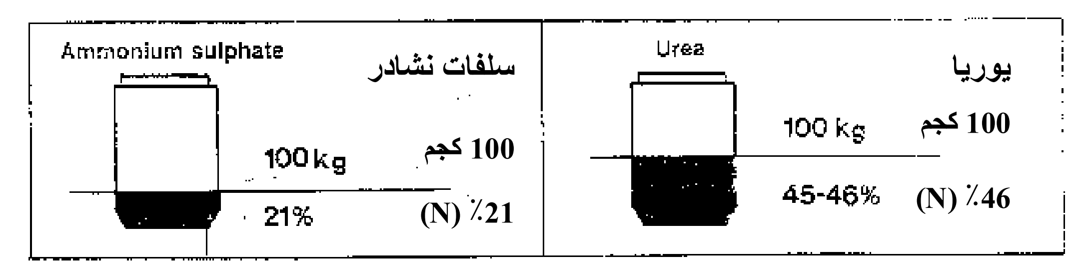


INCREASED USE OF CAPACITY FOR RETURN LOAD



DIRECT TRANSPORT REDUCES THE AMOUNT OF HANDLING

• النقل المباشر يخفض الكمية المتداولة .



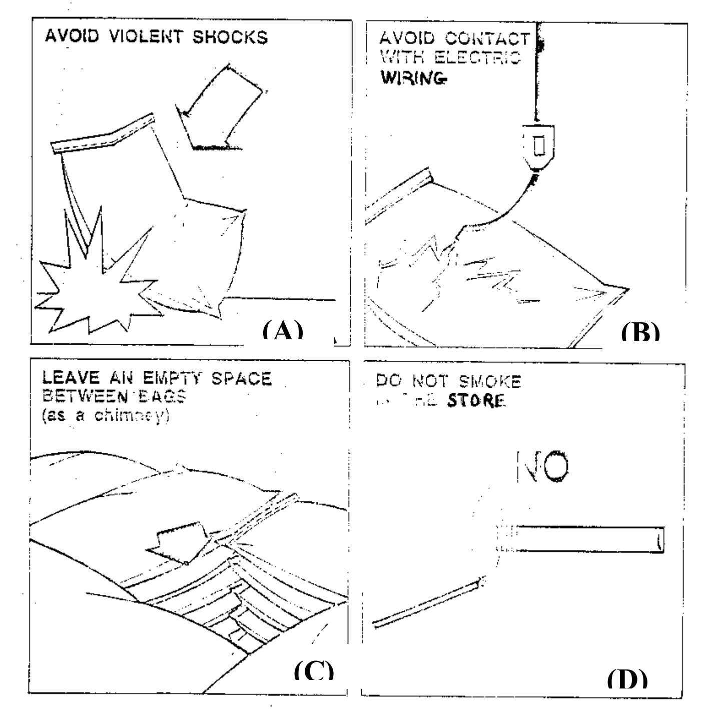
A MORE CONCENTRATED FERTILIZER REDUCES COST OF TRANSPORT

إن استخدام الأسمدة الأكثر تركيزاً فى العنصر السمادى يخفض من تكلفة النقل الخاصة بالأسمدة .

هذا ويراعى أن هناك بعض الاحتياطات الأمنية الهامة الواجب أخذها فى الاعتبار عند نقل أو **تداول بعض الأسمدة التى لها خاصية الانفجار** كما هو الحال عنـد اسـتخدام سـماد (نتـرات الأمونيـا) **(Ammonium nitrate)** أو نترات البوتاسيوم **(Potasiumnitrate)** .

ولهذا يجب الحرص الشديد عند تداوله ومراعاة الآتى كما هو موضح بالشكل (   ) .

Handling of ammonium nitrate

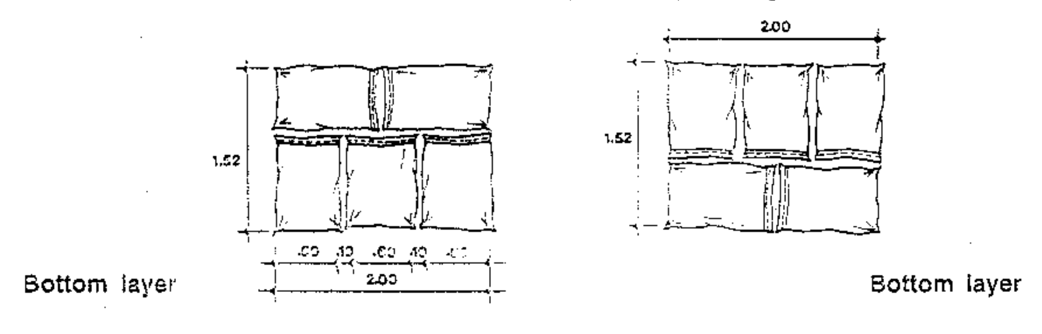


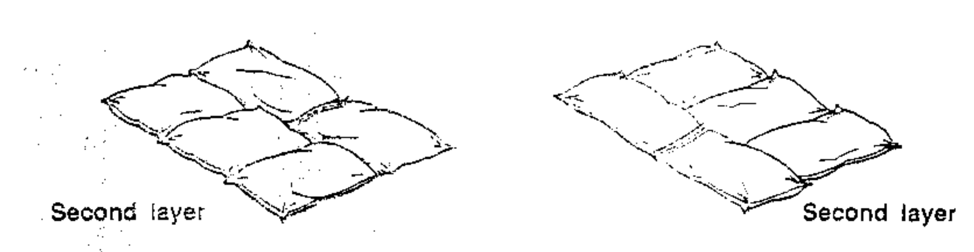
-:

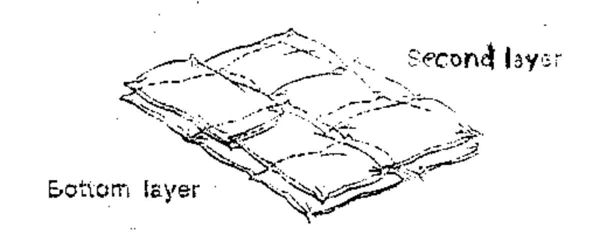
باتباع الآتى كما هو موضح بالشكل :-

1. بتجنب التعامل بقسوة مع الشكائر وإسقاطها على الأرض بشدة أو قوة .
2. وكذلك تجنب احتكاك العبوات بأى من مصادر الكهرباء كما فى شكل (B) .
3. وكذلك يجب ترك مسافة صغيرة بين العبوات وبعضها للتهوية الجيدة كما فى شكل (C) .
4. وكذلك تجنب أى مصدر للنيران وعدم التدخين داخل المخزن كما فى شكل (D) .
5. وكذلك عدم ترك العبوات مفتوحة ، ويجب أن تخزن العبوات بمفردها بعيـداً عـن الأسـمدة الأخرى والمواد العضوية والأحماض .
6. يفضل استعمال بالتات بلاستيكية يتم رصها عليها ولا تستخدم البالتات الخشبية .

وبالنسبة للبالتات (حوامل الشكائر) يجب أن ترص عليها الشكائر بالطريقة السليمة التى تسمح بتماسك وثبات الشكائر عليها كما هو موضح بالشكل (   ) .

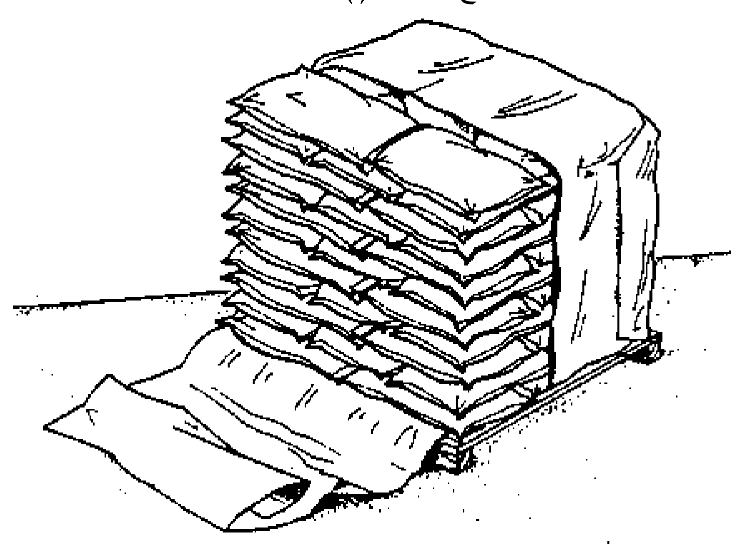




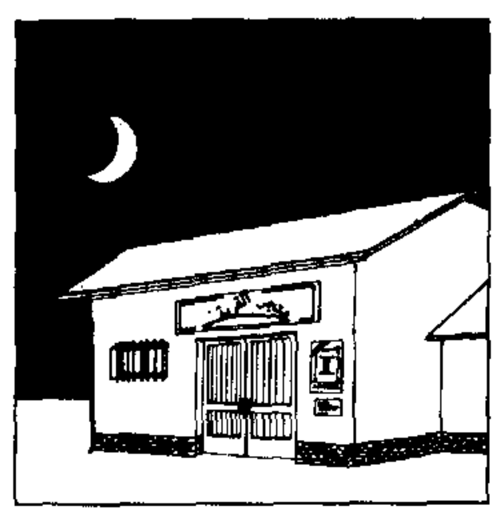


ويجب أن تكون حذراً عند عملية التكديس (الرص) حيث يجب أن تكون بطريقة متصالبة (متقاطعة) وليس فوق بعضها البعض فى شكل متوازى ويجب أن لا تكدس الأكياس على ارتفاع عالى للحفاظ على الشكائر من التمزق وعدم كبس السماد والأكياس ذلك لأن الأكياس التى تكدس بطريقة خاطئة قد تتمايل وتتساقط مما يعرضها للتلف والتمزق داخل المخزن .

كما يجب حماية البالتات وذلك بتغطيتها بواسطة البلاستيك المصنوع من البــولى بــروبلين (PP) أو البولى ايثيلين (PE) السميك وذلك للحفاظ عليها من التقلبات الجوية من أمطــار ورطوبــة وريــاح ساخنة أو محملة بالرمال ، كما هو موضح بالشكل ( ) .



وكذلك يجب أن يؤخذ فى الإعتبار منع وصول الرطوبة للمخازن بالإهتمام بالتهويــة وذلــك عنــدما يكون الجو جاف وكذلك غلق الأبواب والنوافذ فى الليل للمخازن ، ويمكن تقليل الرطوبــة ، ومثــال على ذلك يجب أن يكون المخزن ذو تهوية جيدة إذا ما كان الجو فى الخارج دافــئ وجــاف يجــب إغلاق النوافذ والأبواب إذا كان الجو ممطر وكذلك خلال المساء عندما تكون الرطوبة أعلى ما يمكن وكذا فى فترات الصباح الباكر (وقت تكون الندى) .



يجب عليك اغلاق الابواب والنوافذ في الليل .



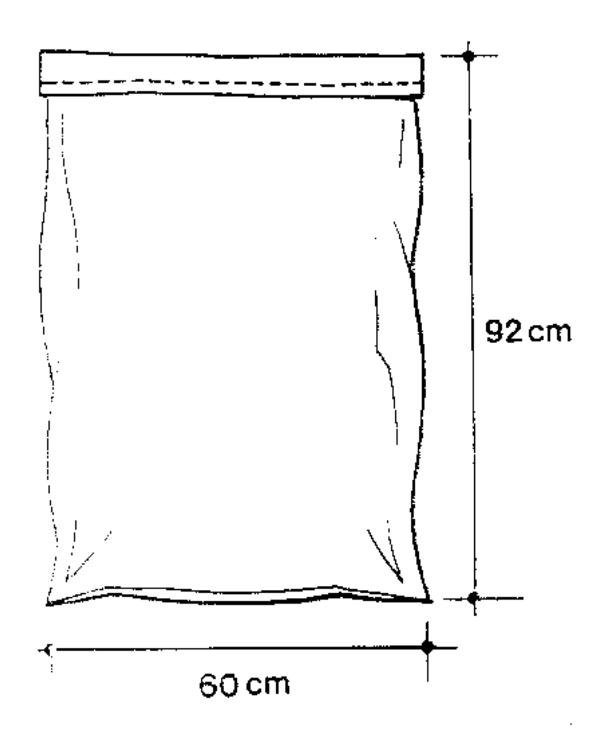
يجب عليك تهوية المخزن عندما يكون الجو جاف في الخارج

وبالنسبة للشكائر البلاستيكية السمادية نلاحظ أن معظمها يأخذ الأبعاد (60سم × 92ســم) وســمكها وهى مملوءة تقريباً يكون 15سم ، كما هو موضح بالشكل ( ) .

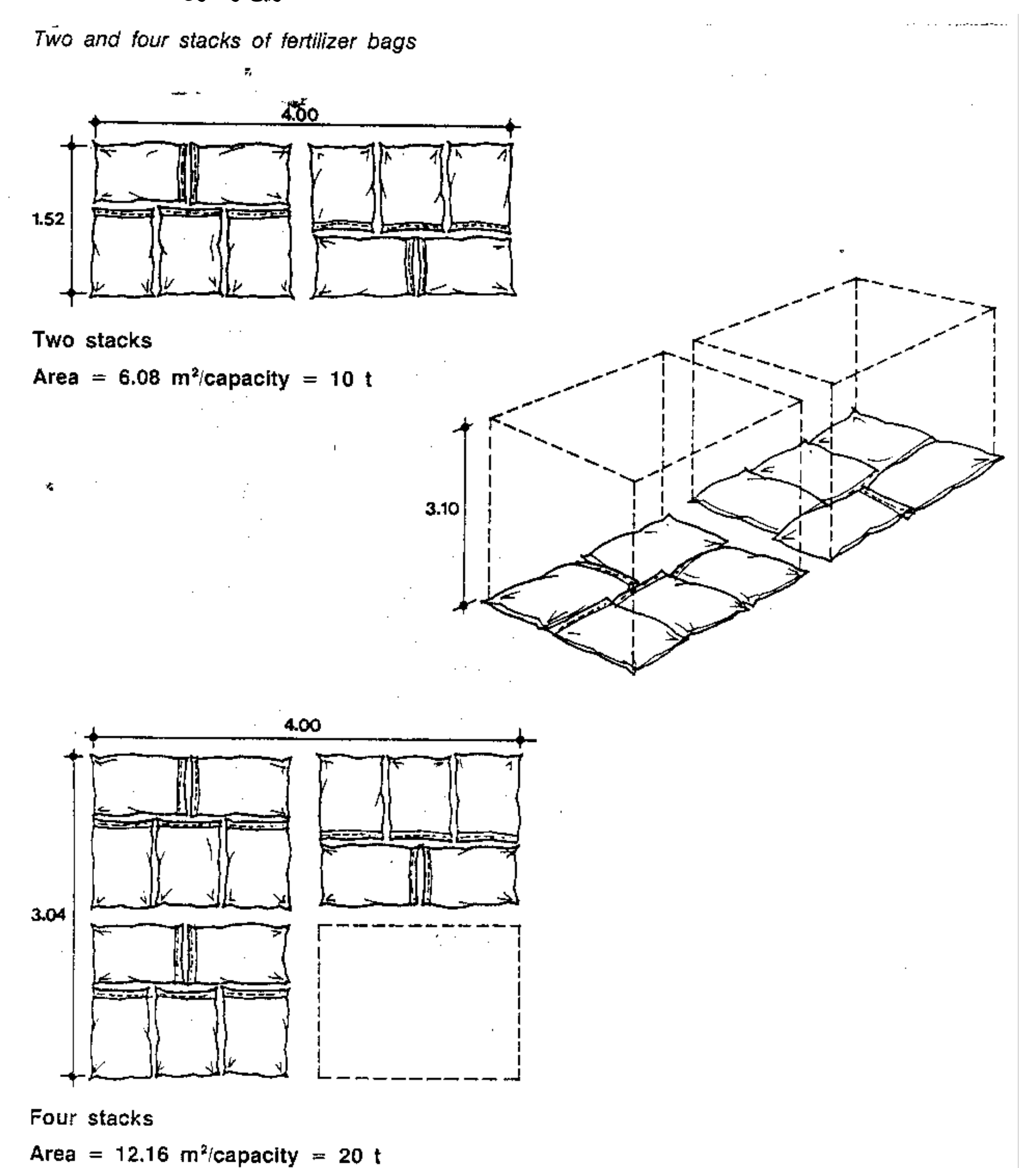


Cross-section

Length .... 92 cm
Breadth .... 60 cm
Thickness .... 15 cm



ولبيان طريقة الرص المثلى داخل المخازن وكذلك كيفية حساب المساحة اللازمة لرص كمية معينة من المهم معرفة أبعاد الشكائر وطريقة الرص المثلى كما هو موضح بالشكل رقم (   ) .


Two and four stacks of fertilizer bags
4.00
1.52
Two stacks
Area = 6.08 m²/capacity = 10 t
3.10
4.00
3.04
Four stacks
Area = 12.16 m²/capacity = 20 t

ولحساب المساحة بالمتر المربع المخزن بها السماد بالطن يمكن الاسترشاد بالجدول رقم (   ) :-

Storage area in square metres according to tonnage			
	Quantity of fertilizer(metric tons)	**Area occupied (m^2)**	**Area needed (m^2)**
	20	12.16	16.17
	40	24.32	32.35
	60	36.48	48.52
	80	48.64	64.70
	100	60.80	80.86
	120	72.96	97.04
	140	85.12	113.20
	160	97.38	129.51
	180	109.54	145.69
(Others)			
TOTAL	**1000**	**608.00**	**808.00**

Storage area and stacking of bags :

To determine the storage area on which to stack fertilizers, one starts from a basic unit which is one fertilizer bag. The bag may vary in its dimensions according to the product it contains. But all bags have a uniform weight of 50kg, with average dimensions of 92cm x 60cm & 15cm, as already stated. Based on this average size, the most practical methods of stacking are outlined below.

To keep the fertilizers in an orderly fashion in the store, the bags should be property stacked. For easier understanding, the different layers of the stack, their arrangement and their dimensions, are described below.

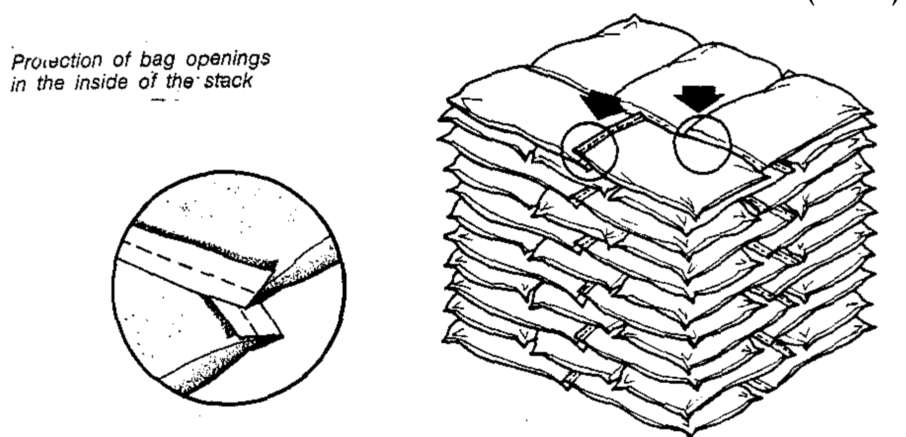
Firstly, the base of the stack has to be laid down, that is to say the area occupied by a certain number of conveniently placed bags, in the form of 3 side-by-side and 2 at right angles (the first layer) as shown in figure 46. as may be seen in this diagram, it is recommended that a space of 1cm be left between each bag to provide ventilation, particularly with ammonium nitrate.

On top of the base (i.e. bottom layer) a second layer is placed with the positioning of the bags changed as shown in the second art of figure 46, and so on, layer by layer, up to a maximum height of 3.10m.
In this case, the five bags in a 2 x 3 arrangement occupy an area of 3.04m^2 (1.52m x 2m). a total of twenty layers to a height of 3.10m gives 100 bags. Multiplying 100 by the 50kg weight per bag, the total comes to 5000kg or 5 metric tons of fertilizer.

So 2 stacks would occupy an area of 6.08m^2 and comprise 10 metric tons weight; 4 stacks would amount to 20 metric tons weight and could occupy an area of 12.16m^2, 4m long by 1.5m wide, as shown in figure 47.

For control purposes and easy and effective counting. Table (26) shows the storage area in square metres occupied by such stacks. The column headed Area Occupied refers only to the area occupied by the fertilizer bags. In order t calculate the total storage area needed, another one-third must be added to allow for handling.

وللمحافظة على العبوات سليمة أثناء الرص حتى لو كان هناك فتح بأحد الجوانب وحتى لا يفقد منها سماداً أو يتناثر منها يتم رص الشكائر كما هو موضح بوضع الأطراف على بعضها كما هو موضح بشكل (   ) .



ويلاحظ من هذا الشكل بتكديس الأكياس بحيث يتجه الجزء العلوى من الأكياس للداخل وهذا هو الصواب (✓) للحفاظ على العبوات ولهذا يجب التأكد من أن الأجزاء العلوية من الأكياس تقع باتجاه مركز الأكداس وذلك من أجل حماية الدرز .

وبالنسبة لارتفاع الرصة (البالتة) أو الأكداس يجب أن لا تقوم بتكديس الأكياس أعلى من ارتفاع الكتف ، إن الأكداس المنخفضة أفضل لكل من الأكياس والسماد ، كما وأنها تجعل عملية رفعها أسهل .



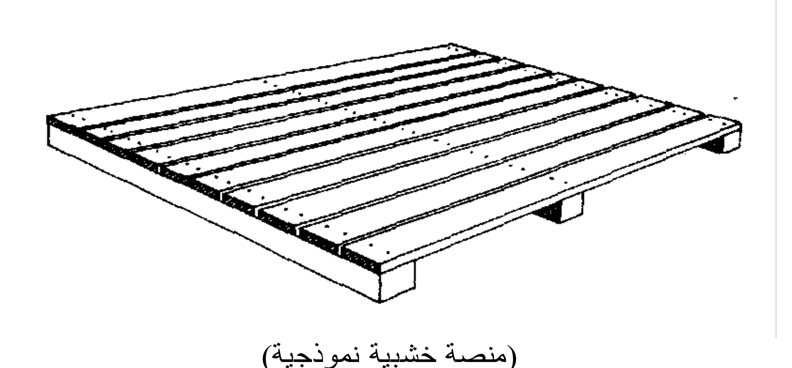
لا تقم بتكديس الأكياس أعلى من ارتفاع الكتف

يجب أن تترك مساحة كبيرة بين الأكداس ، قم بالاحتفاظ بالأنواع المختلفة من السماد ضمن أكداس منفصلة .

شكل ( ) يوضح طريقة التكديس المثلى داخل المخزن حيث يجب أن تترك مساحة كبيرة بين البالتات لسهولة النقل والتحميل من السماد وكذلك يجب أن يكون كل نوع من الأسمدة منفصل فى بالتة منفصلة عن النوع الآخر .

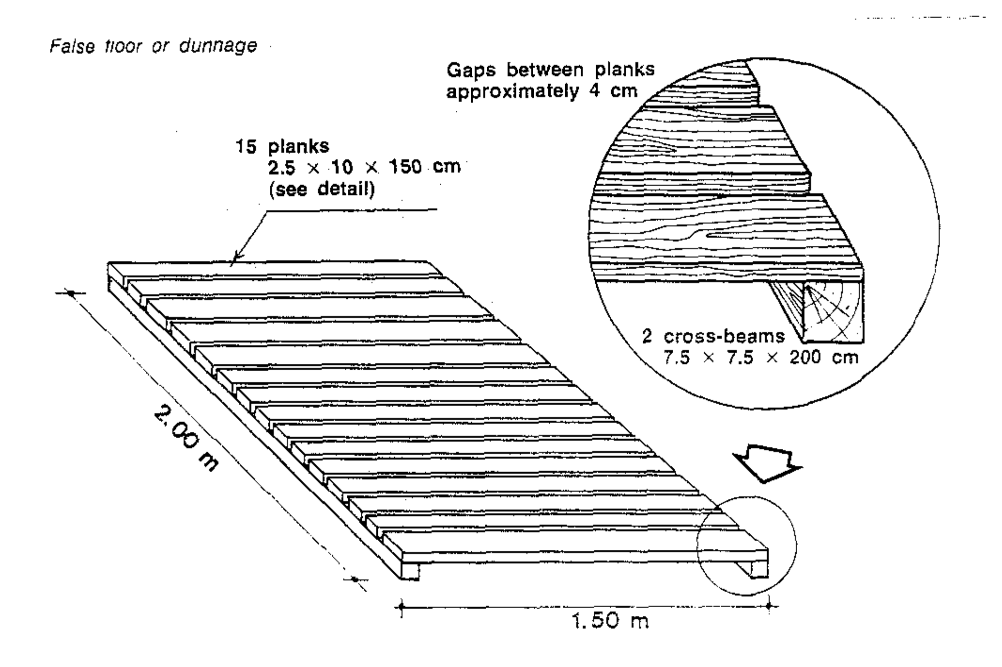
ومن الهام جداً وضع بالتة خشبية أو بلاستيكية **(منصة خشبية أو بلاستيكية)** تكون فاصل ما بين الأكياس وأرضية المخزن ، وذلك لحماية الشكائر من الرطوبة والتلف وكذلك سهولة تحميل الأسمدة فى حالة استعمال الروافع الميكانيكية .

ويمكن وضع أى شئ يبعد الأكياس عن الأرضية ولا يسبب بها أى ثقوب ، إن المواد مثل الألواح الخشبية وأغطية البوليثين تمنع رطوبة الأرض من التسرب إلى الأكياس ، إن أفضل حماية تكمن فى المنصات والألواح الخشبية لأنها تسمح للهواء بالدوران تحت المواد المكدسة .



(منصة خشبية نموذجية)

شكل (   ) نماذج من المنصات الخشبية ومواصفاتها المستخدمة بالمخازن :-





نموذج لمنصة خشبية مصنوعة من (نباتات البامبو و الحصير)

Plans for small stores holding between 50 and 100 metric tons

نماذج لمخازن صغيرة تحوى من 50 : 100 طن مترى

In an earlier chapter a design was given for stacking bags 3 x 2, twenty alternating layers high, giving a total weight of 5 metric tons. The dimensions of a $50m^2$ store with a capacity of 50 metric tons and of an $84m^2$ store with a capacity of 100 metric tons on this basis are sown in figures (68) and (69) respectively.

These two stores have a central passageway 2 metres wide with exterior access by means of a door 2 metres wide and 2.10 metres high. On each side of the passageway there are stacking areas, 3 x 6.3m for a 60 ton store or 3 x 10.5 m for a q0 ton store. These stacking areas are at a instance of 0.2m from the walls.

The roofing of these stores may be of wood, metal or eternity sheets, whichever is the most economical. The roof should extend 1 metre beyond the walls in order to give protection to loading and unloading areas.

Figure (7) shows a store roofed with eternity sheeting. The area can be extended progressively horizontally in two directions at right angles, with a capacity varying from 15 to 240 metric tons.
In the first stage this store can be enlarged from 15t to 120t capacity without any structural alteration, simply by extending the existing structure.

In order t bring the capacity up to 240t, the righ5-hand wall is removed and the store enlarged towards the right by erecting a new wall as shown in figure (70).
Another type of store which is capable of progressive extesion has a single-span roof. Its construction, shown in figure (71), can begin with a single 5.40m x 6.08m section, giving a capacity of 45t with a passageway occupying one row of three units.

The figure shows two 5.40 x 6.04m sections being used, with a passageway 1.80m wide, which allows for a capacity of 120t (or 90 if a subsidiary passageway is required).

This type of store has the following advantages:

- Possibility of lateral extension to left and right without changing the front elevation, simply by opening doorways 1.52m x 2.10m in the left and right-hand side walls;
- Possibility of using corrugated eternity sheets for roofing, which are both practical and cheap;

By eliminating a row of 5t units at right-angles to the main passageways a subsidiary passageway is obtained which, due to the spacing of 1.52m between stacks, allows different products to be stored.

شكل (   ) يوضح مخزن لكمية قدرها من 50 – 60 طن مترى

شكل (   ) نموذج لمساحة قدرها 100 طن مترى

شكل (   )
نموذج لمخزن يسع 120 طن من ملحق لبيع أعلى من 240 طن مترى

شكل (   ) نموذج لمخزن ذو أسطح مائلة مع إمكانية للتوسع

الفصل الثامن



التوصيات والممارسات الزراعية الهامة للحد من تلوث البيئة وتحسين كفاءة استخدام الأسمدة

التوصيات والممارسات الزراعية الهامة للحد من تلوث البيئة

وتحسين كفاءة استخدام الأسمدة

يجب أن يكون الهدف من استخدام الأسمدة هو زيادة إنتاج الغذاء مع المحافظة على خصوبة التربة وزيادتها إن أمكن.

(فيزيائياً وكيميائياً وبيولوجياً) مع الحد من التلوث البيئى وتحسين نظام استخدام الأسمدة لزيادة العائد. وفى هذا الإطار يجب تطوير استراتيجيات متكاملة تشمل التكنولوجيا الزراعية المناسبة والتسميد والرى واختيار الأصناف ذات الكفاءة العالية وعوامل الإنتاج الأخرى والتعامل معها كخدمة متكاملة عن (نجم ، 1998) والنقاط الأساسية هى :

1. **تقدير حاجة الأرض للتسميد:**

قبل إجراء عملية التسميد يجب أولاً معرفة درجة خصوبة التربة ومدى حاجتها للتسميد حتى نتجنب التسميد الزائد والتلوث البيئى المحتمل نتيجة ذلك. وقبل تقدير حاجة الأرض للتسميد يجب إجراء الفحص الحقلى من حيث :

- التعرف على مصدر الماء ومدى كفايته ودرجة صلاحيته للرى.
- حالة الصرف، حيث كثيراً ما يكون العيب الأصلى هو سوء الصرف وارتفاع مستوى الماء الأرضى مما يعيق النبات من امتصاص العناصر الغذائية رغم توفرها بالتربة.
- وصف حالة النبات النامى والأعراض التى تظهر عليه.
- وجود الحشائش التى قد تستهلك قدراً كبيراً من العناصر الغذائية.
- كثافة النباتات.
- دراسة قطاع الأرض لمعرفة ما إذا كان هناك عائق يمنع النمو الطبيعى للجذور. وتختلف حاجة الأرض للتسميد حسب حالتها ومحتواها من العناصر الغذائية واحتياجات المحصول المنزرع بها من العناصر المختلفة، ويمكن التعرف على حاجة الأرض للتسميد بالطرق التالية:

أ) **تشخيص أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات:**

يمكن تحديد حاجة الأرض للتسميد بتشخيص أعراض نقص العناصر على النبات، حيث تبدأ أعراض نقص العنصر فى الظهور على النبات عندما يصل نقص هذا العنصر إلى درجة تؤثر على نمو النبات وبالتالى على كمية المحصول الناتج. وتسمى حالة النقص هذه بحالة النقص الظاهر وذلك للتمييز بينها وبين حالة النقص المستتر التى تسبق ظهور أعراض النقص الظاهرية على النبات حيث لا يمكن

اكتشاف نقص العنصر إلا عن طريق تحليل النبات. وأهم أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات هى :

- العجز التام للمحصول عند مرحلة تكوين البذور
- تقزم حاد للنباتات.
- ظهور أعراض معينة على الورقة فى أوقات مختلفة أثناء موسم النمو. وتختلف هذه الأعراض حسب نوع العنصر الناقص.
- وجود تشوهات داخلية مثل انسداد الأوعية الناقلة.
- النضج المتأخر أو الغير طبيعى.
- النقص الواضح فى المحصول سواء عند ظهور أعراض النقص على الأوراق أو عدم ظهورها.
- صفات رديئة للمنتج مثل محتوى البذور من البروتين أو الزيت أو النشا وصفات التخزين.
- نقص نمو وانتشار الجذور.

ب) تحليل التربة :

تتم إضافة الأسمدة المختلفة بشكل غير مدروس فنادراً ما يلجأ الزارعون إلى تحليل تربتهم وبالتالى اختيار المعدلات السمادية الصحيحة، وإنما يعتمد فى ذلك على الخبرة المتوارثة ومن الضرورى إجراء تحليل التربة قبل كل موسم زراعى أو قبل زراعة المحصول للتعرف على :

1. كمية العناصر الغذائية الميسرة الاحتياطية سواء العناصر الكبرى أو العناصر الصغرى.
2. صفات التربة التى تؤثر على الإنتاج وتشمل الصفات الكيميائية مثل محتوى التربة من المادة العضوية وكربونات الكالسيوم والصفات الطبيعية مثل درجة الـ pH والأملاح الكلية الذائبة وقوام التربة.

وطبقاً لتحليل التربة تحدد معدلات الأسمدة لكل محصول ، وهذه المعدلات يجب أن تسد الفجوة بين الجزء المأخوذ بواسطة المنتج وذلك الجزء الذى ما زال ميسراً أو موجوداً عند وقت إجراء عملية التسميد .

ج) تحليل النبات:

يعتبر تحليل النبات من العوامل المساعدة فى تحديد مدى النقص فى العناصر الغذائية وبالتالى تحديد الاحتياجات السمادية للمحاصيل الزراعية وخاصة بعد التطور الهائل فى طرق التحليل الكيميائى واستخدام الأجهزة الحديثة فى التحليل ، وعن طريق تحليل النبات يمكن :-

- معرفة قوة الأرض الإمدادية للعناصر الغذائية.
- تحديد نقص العناصر وخاصة قبل أيام وأسابيع من ظهور الأعراض على النبات.
- تحديد موعد إضافة السماد.
- التأكد من أن نقص العنصر فى النبات يرجع إلى نقصه فى الأمراض وليس لعوامل طارئه أخرى، حيث كثيراً ما يعالج النقص بتحسين بعض ظروف التربة مثل الملوحة وسوء الصرف ورقم الـ pH المرتفع.
- معرفة كمية العناصر الغذائية التى أمكن للنبات إمتصاصها من التربة ومدى كفايتها لسد حاجة النبات وإعطاء المحصول المستهدف.
- ومن تحليل أجزاء النبات ومعرفة كمية المحصول الناتج ومعرفة الكميات الصالحة فى التربة (تحليل التربة) يمكن حساب الكميات المستنزفة وبالتالى حساب الكميات المطلوب إضافتها. والنقاط الأساسية هى :
  - الحساب الواقعى لكمية العناصر المطلوبة تبعاً للمحصول المستهدف.
  - الكمية التى يحصل عليها النبات من مخزون التربة.
  - الكمية التى يحصل عليها النبات من الآزوت المثبت عن طريق المحاصيل البقولية.
  - الكمية المتبقية اللازم إضافتها من العناصر المختلفة وطريقة الاستخدام الأمثل ونوع السماد.



ويجب مراعاة عدم الإقلال من أو زيادة الكميات التى يتم حسابها بهذه الطريقة ويؤدى ترشيد استخدام السماد إلى فائدة اقتصادية مرتفعة وتقليل الطريقة ويؤدى ترشيد استخدام السماد إلى فائدة اقتصادية مرتفعة وتقليل التلوث البيئى.

1) وبتحليل التربة والنبات نستطيع أيضاً تحديد أفضل موعد لإضافة السماد ويساعد هذا فى وضع برنامج لإضافة السماد على دفعات طبقاً لحاجة النبات.

2) يجب ضمان توفير الأسمدة اللازمة عند مرحلة مبكرة من موسم زراعة المحصول حتى نتجنب أى عجز فى الأسمدة التى ربما يؤدى إلى استخدام السماد فى موعد متأخر أو عدم استخدامه إطلاقا.

3) يجب استخدام الأسمدة العضوية والمعدنية جنباً إلى جنب لأن السماد العضوى له تأثير إيجابى على خواص التربة الطبيعية والبيولوجية فهو:

- يمد النبات بأكثر من عنصر من العناصر السمادية الأساسية فى صورة عضوية وبالتالى يقل احتمال التلوث البيئى بالعناصر وخصوصاً النيتروجين فى صورة النترات السهلة الحركة والغسيل.
- تحسين خواص التربة الطبيعية والكيماوية.
- إمداد التربة الزراعية بالدبال الذى يعتبر المخزن الرئيسى للاحتفاظ بماء وغذاء النبات ، كما أن الدبال يزيد من قدرة النبات على تحمل قلوية التربة السائدة فى الأراضى المصرية.
- السماد العضوى هو العائل الرئيسى لحيوية التربة الزراعية حيث تنشط عليه مختلف الكائنات الحية.
- السماد العضوى مصدر لغاز ثانى أكسيد الكربون فى التربة ثم تكوين حامض الكربونيك الذى يؤثر على تيسر المركبات المعدنية فى التربة.

4) استخدام الأسمدة النيتروجينية بطيئة الذوبان – Slow release fertilizers مثل اليوريا فورمالدهيد (35 – 38% نتروجين) وهذه المركبات تقاوم الفقد بالغسيل خصوصاً فى الأراضى الرملية، وأثناء تحللها الكيميائى أو الميكروبى تعطى النيتروجين فى صورة ميسرة ويشترط فى هذه المركبات البطيئة الذوبان أن تتحلل فى الأرض بمعدل يسمح بمد النبات بحاجته من النيتروجين فى فترة زمنية معقولة وألا تتسبب فى حدوث أى ضرر للنبات فضلاً عن سعرها الذى يجب ألا يرتفع بحيث يصبح استخدامها غير اقتصادى.

5) من المعاملات الزراعية التى تقلل من غسيل النترات وبالتالى الإقلال من تلوث المياه الجوفية.

- استخدام السماد النتروجينى فى الموعد المناسب والكمية المناسبة.
- ضبط كمية مياه الرى بدون زيادة.
- إضافة السماد على جرعات حسب نوع المحصول وخواص التربة.

6) استراتيجية استخدام السماد الفوسفاتى – حيث نجد أن 10 – 15% فقط من السماد ميسرة للمحصول – وتقليل الاتصال بين حبيبات التربة والفوسفات المضافة وتقريب الفوسفات من منطقة نمو الجذور (الريزوسفير) ويضاف الفوسفور فى صورة حمض فوسفوريك أو MAP

7) لحماية المياه السطحية (الأنهار والبحيرات والبحار والمحيطات) من التلوث بالأسمدة يجب تجنب إضافة الأسمدة بالقرب من المياه السطحية بمسافة 10م تقريبا حول المياه السطحية.

8) يجب الاهتمام بإضافة الأسمدة البوتاسية المناسبة (كبريتات بوتاسيوم نقية أو كلوريد بوتاسيوم) حسب نوع المحصول ودرجة حساسيته للكلوريد ودرجة ملوحة التربة .

9) الاهتمام بالتسميد المتوازن لماله من أهمية فى الحصول على محصول مرتفع ومنتج ذو مواصفات جيدة وعدم حدوث فقد السماد المضاف وتجنب حدوث التلوث البيئى، كما يجب أن تعطى العناصر الصغرى مكانا فى نظام التسميد إلى جانب تركيز كل من البورون والنحاس حيث يمكن أن يحدث تلوث للبيئة بهذين العنصرين ، فالتلوث بالبورون يحدث فى الأراضى الملحية بينما التلوث بالنحاس يحدث نتيجة استخدام مبيدات الآفات التى تحتوى على هذين العنصرين.

10) الحرث Tillage يؤدى استخدام محراث تحت التربة العميق فى حرث الأرض وخلط الأسمدة بالتربة إلى قلب الطبقة العميقة ووضع الأسمدة المضافة عند مسافات عميقة وتزداد فرصة تعرضها للغسيل، وفى نفس الوقت فإن إضافة الأسمدة نثراً يؤدى إلى ترك الأسمدة المضافة على سطح التربة الجافة إلى الإقلال من درجة تيسرها وبالتالى تقل كفاءة استخدام الأسمدة، لذلك يجب استخدام محراث مناسب بعمق مناسب لخلط الأسمدة.

11) استخدام الأسمدة الحيوية Biofertillizers حيث أن استعمال الأسمدة المعدنية تعتبـر أحـد العوامل التى تساهم فى تلوث البيئة ، فإنه يجب استخدام الأسـمدة الحيويـة، حيـث يـوفر استخدام هذه الأسمدة جزء كبير من السماد المعدنى المضاف خاصة الأسـمدة النتروجينيـة (25% تقريباً) والفوسفاتية.

وقد أظهرت الريزوبيا (أنواع العقدين الخاصة بالمحاصيل البقولية) مساهمة كبيرة فى التغذيـة النيتروجينية لمعظم النباتات البقولية، كما أظهرت الريزوبيا تأثيرات مفيدة للمحاصـيل التاليـة للمحاصيل البقولية, بالإضافة إلى ذلك فقد أظهرت البحوث إمكانية استخدام الميكروهيزا كسماد حيوى، ويقلل استخدام هذه الأسمدة الحيوية من كميات الأسمدة المعنية المضافة.

ويمكن استخدام الميكروهيزا ليس فقط كسماد حيوى ولكن أيضا كعامل مشجع لنمـو النبـات تحت ظروف الإجهاد مثل الجفاف والملوحة والتركيز المرتفع للمعادن السامة وهو ما تم تناوله بجزء التسميد العضوى بالتفصيل .

ومن أهم الأسمدة الحيوية :

1) **الفوسفورين والبيوفوسفور :** وهو مخصب حيوى يحتوى على بكتيريا نشطة تحول فوسـفات الكالسيوم الثلاثية الغير ميسرة للنبات – والمتواجدة فى الأراضى المصرية بتركيزات عاليـة نتيجة الاستخدام المركز للأسمدة الفوسفاتية – إلى فوسفات أحادى الكالسيوم ميسـر للنبـات ويستخدم هذا المخصب الحيوى لجميع المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة.

2) **البولجرين :** مخصب حيوى يحتوى على الطحالب الخضراء المزرقة تقوم بتثبيت النيتروجين الجوى فى أجسامها وتحويله إلى مركبات نتروجينية يمكن للنبات الاستفادة منها ويستخدم هذا المخصب فى الأرز ويمكن أن يوفر جزء من السماد النيتروجينى يقدر بحـوالى 15 كجـم نتروجين / فدان.

3) **الميكروبين :** مخصب حيوى يتكون من مجموعة من الكائنات الحية الدقيقـة تقـوم بتثبيـت النيتروجين الجوى وتحول الفوسفات والعناصر الصغرى إلى صـورة صـالحة لامتصـاص النبات ، حيث يقلل من معدل إضافة الأسمدة النتيروجينية والفوسفاتية والعناصـر الصـغرى بحوالى 25%. ويستخدم هذا المخصب الحيوى لجميع أنواع المحاصيل الحقليـة ومحاصـيل الخضر والفاكهة.

4) **السيريالين :** مخصب حيوى للمحاصيل النجيليـة (قمـح – شـعير – أرز – ذرة) والقطـن والمحاصيل الزيتية (السمسم وعباد الشمس) والمحاصيل السكرية. وهذا المخصب يقلل مـن كميات الأسمدة النتروجينية بحوالى10 – 25%.

5) **الريزوباكترين :** مخصب حيوى يستخدم فى المحاصيل النجيلية والخضر والفاكهة ويحتـوى على بكتيريا مثبتة للنتروجين الجوى. ويوفر استخدام هذا المخصب كمية السماد النيتروجينى المقررة للفدان بحوالى 25% للنباتات غير البقولية ، 85% للنباتات البقولية.

6) **البيوجي** : مخصب حيوى يستخدم لجميع المحاصيل الحقلية والخضر والبسـتانية ويحتـوى على بكتريا مثبته للنيتروجين الجوى، واستخدامه بخفض معدل إضافة السـماد النيتروجينـى بنسبة لا تقل عن 25% حسب كمية البيوجين المضافة.

7) **النتروبي** : مخصب حيوى لجميع محاصيل الحقل والخضر والفاكهة ويحتوى على بكتريـا مثبتة للنيتروجين الجوى.

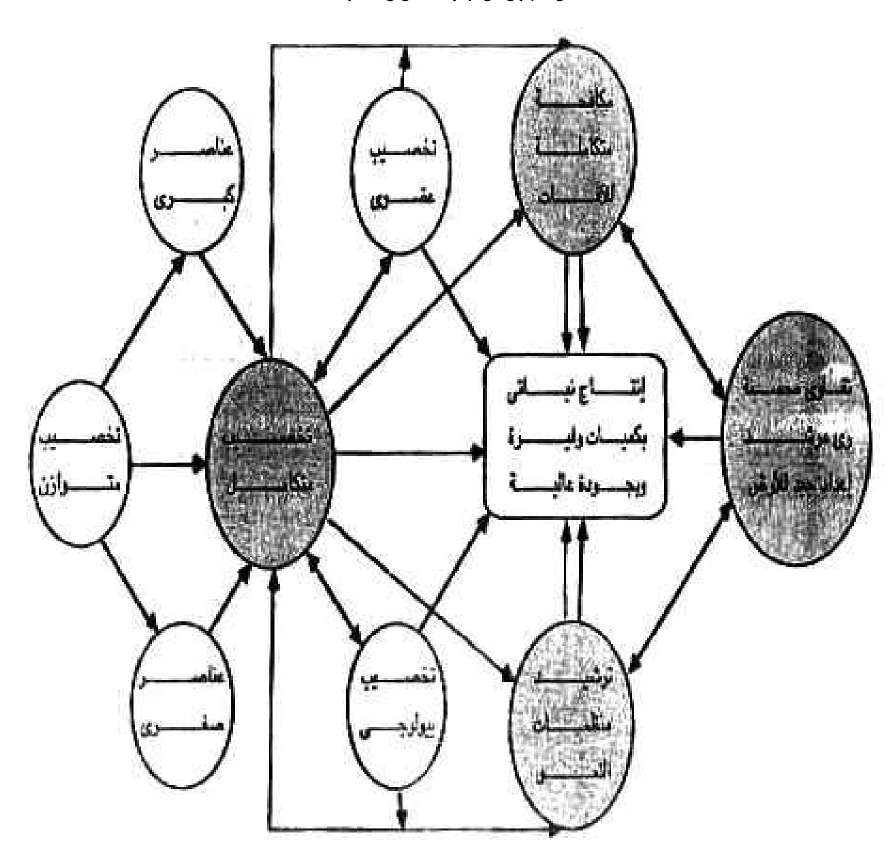
8) **التسميد من خلال مياه الرى** وهى من أفضل طرق الإضافة فعالية لكل من المياه والأسـمدة . وفى هذه الطريقة تضاف الأسمدة فى صورة سائلة ومباشرة إلى التربة تحـت نظـام الـرى بالتنقيط وبعض الرى بالرش أو تضاف رشاً على المجموع الخضرى ، وهى من أكثر الطرق استخداماً تحت نظم الرى الحديثة خاصة فى الأراضى المستصلحة حديثاً لما تتميز بالآتى:

- توفير جزء كبير من الأسمدة التى تفقد بالغسيل حيث تضاف معـدلات الـرى والتسـميد بالمعدلات المناسبة التى لا تسمح بالفقد ، لأن التسميد من خلال مياه الرى يعمـل علـى الإقلال من خطر غسيل النترات إلى طبقات التربة السفلية حيث تضاف كمية مياه الـرى اللازمة فقط دون زيادة.
- إمداد النباتات بالعناصر الغذائية أثناء موسم النمو والتحكم فى نسـب إضـافة العناصـر السمادية حسب حاجة النبات أثناء مراحل نموه المختلفة (التوازن الغذائى).
- التحكم فى موعد إضافة السماد حسب مرحلة نمو النبات وحاجته للتسميد.
- زيادة كفاءة توزيع الأسمدة بانتظام.
- التحكم فى تركيز السماد فى ماء الرى بما يتناسب مع حاجـة النبـات ودرجـة تحملـه للملوحة.
- التسميد من خلال مياه الرى يعتبر أكثر فعالية تحت ظروف الأراضى الملحية.
- حفظ منطقة الجذور رطبة معظم الوقت وتجانس التركيب الكيميائى لمحلول التربة أثنـاء موسم النمو.
- الحد من تلوث البيئة بالأسمدة نتيجة عدم فقد الأسمدة بالغسيل

يعتبر التسميد الصحيح بيئياً حاجة ملحة ليس فقط لحماية البيئة (هواء – ماء – تربة) من التلوث بالتسميد ولكن أيضا لزيادة كفاءة الأسمدة وتجنب الخسائر الاقتصادية وكذلك عدم تراكم النترات داخل الثمار حيث أن لا تأثيرات سلبية صحياً وتكمن المشكلة الرئيسية فى مجال التسميد بالأسمدة النتروجينية من خلال تطاير الأمونيا وعملية عكس النترنة وعملية غسيل النترات. ويجب إتباع عمليات زراعية ملائمة لتقليل الخسائر وتجنب التلوث.

أما المشاكل المتعلقة بالعناصر الصغرى فهى على درجة أقل من الأهمية من حيث تلوث البيئة كما يجب التحكم فى محتوى ماء الرى من البورون ومحتوى مخلفات المجارى من العناصر الثقيلة. وعموماً من المهم جداً إضافة الأسمدة حسب الحاجة الفعلية للمحاصيل وتجنب التسميد الزائد أو التسميد الناقص – Over and underfertilization واتباع عمليات زراعية فنية لتجنب الآثار الضارة للأسمدة على البيئة .

شكل (   ) يوضح عناصر نموذج الاستخدام المرشد للمستلزمات الكيميائية والعضوية والبيولوجية الزراعية



المصدر : المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1994 ، دراسة الآثار المترتبة على استخدام المخصبات والهرمونات والملقحات البيولوجية ومنظمات النمو والمبيدات .

الفصل التاسع



إجراءات وسلامة العمل لدى المتعامل مع الأسمدة المعدنية



إجراءات وسلامة العمل لدى المتعامل مع الأسمدة المعدنية

عند التعامل مع الأسمدة المعدنية لابد من مراعاة جميع العاملين لقواعد سلامة العمل ، إن العمل مع الأسمدة والمواد الكيميائية لا يسمح به للشباب دون 18 سنة ، ويجب على كل العاملين (مسئول المخزن ، عمال الماكينة ، الحمالين والمشرفين الزراعيين وغيرهم) قبل التعامل مع الأسمدة التعرف على قواعد سلامة العمل ، إن هذه القواعد والقواعد الصحية عند التعامل مع الأسمدة تعلق داخل المخزن ، وعلى العاملين عند التعامل مع الأسمدة داخل وخارج المخزن أن يلبسوا ملابس خاصة ، بدلة العمال (قطعة واحدة) ، كفوف ، نظارات ، قناع تنقية الهواء أو (عند التعامل مع نترات الأمونيوم) الأقنعة المضادة للغازات ، وعند خزن نترات الأمونيوم والبوتاسيوم لابد من مراعاة قواعد إطفاء الحرائق ، حيث يمنع خزنها على الأرض بأكوام خارج المخزن ومع المواد القابلة للاحتراق (قش ، مواد عضوية ، منتجات النفط وغيرها) ، فى المخزن الذى تخزن فيه نترات الأمونيوم والبوتاسيوم لا يسمح بالتدخين واستخدام النار أو أجهزة التسخين ، وإذا ما حدث حريق فيجب إطفاؤه بالماء فقط ولدى الإخماد لابد من استخدام الأقنعة المضادة للغازات لمنع حدوث تسمم بواسطة أوكسيد النيتروجين والحذر عند التعامل مع الأمونيوم السائل بصورة خاصة ، يجب أن تستخدم لنقل الأمونيوم السائل وخزنه خزانات مغلقة بإحكام لا تسمح بدخول الهواء أو خروج الغاز ، وعند سقوط الأسمدة النيتروجينية السائلة على الجلد لابد من غسله

بسرعة بالماء ، وعند التسمم الحاد بالأمونيوم ينقل المصاب إلى الهواء الطلق ويطلب الطبيب فى حالة توقف التنفس لابد من عمل التنفس الاصطناعى .

عند إضافة الأسمدة يمنع التواجد بالقرب من أجهزة الرش عند الماكينة وعند دوران الرشاشات لا يسمح بالتواجد على مسافة أقرب من 50 – 80م ، ويجب أن يتم شحن الناقلات بالأسمدة بعد إيقافها عن العمل تماماً ومن الضرورى تغطية جميع أجهزة الإدارة للماكينة بألواح واقية ، يجب أن يتم تزييت وتنظيم الأجهزة العاملة فقط بعد إيقاف تام للماكينة ومحرك الجرار ، يمنع الجلوس على الماكينة والتواجد بين الجرار والماكينة أثناء نقل واستعمال الأسمدة ، كما أن سرعة حركة الماكينة أثناء نثر أو رش الأسمدة يجب أن لا تزيد عن المسموح فى الشروط التكنيكية ، ويمنع نقل الناس والمواد الغذائية ومياه الشرب والأدوات المنزلية فى الناقلات المحملة بالأسمدة المعدنية وينصح للعامل الذى يتعامل مع الأسمدة القيام بالاستراحة لمدة خمس دقائق بعد كل نصف ساعة من العمل باستعمال القناع الواقى ، وبعد الانتهاء من العمل لابد من الاستحمام باستعمال الصابون والماء النظيف ، من الضرورى أن يتواجد احتياطى الماء النقى والصيدلية الصغيرة دائماً فى مكان العمل .

وفى حالة سقوط الأسمدة على العينين لابد من غسلهما بكميات كبيرة من الماء ومن ثم الذهاب إلى المركز الصحى بالمنطقة واتباع تعليمات الطبيب وعند حدوث حروق لابد من غسل مكان الحرق بالماء ومعاملته بالكحول 5٪ واستعمال المراهم الخاصة بالحروق والمضادات الحيوية مثل (الفيوسيدين) (Fucidin 2%) وان الالتزام الصارم بقواعد سلامة العمل والوقاية الصحية المناظرة يعتبر شرطاً لابد منه فى سبيل التنظيم الصحيح للعمل لدى التعامل مع الأسمدة المعدنية .

وكذلك لابد من توافر صيدلية صغيرة بالادارة الخاصة بالمخازن تتمثل فى تواجد مطهرات للجروح ومحاليل مخففة لمعادلة القلوية أو الحموضة وكذلك (ضمامات الجروح من قطن وشاشا ورباط ولاصق طبى وكذلك مادة البيتادين المطهرة ومحلول البرمنجانات وكذلك الأدوية الخاصة بتوسيع الشعب الهوائية الموصى بها طبياً للمتعاملين مع الكيماويات) .

الاستخدام الأمثل للأسمدة الكيماوية



التخلص من العبوات الفارغة

الطرق الموصى بها للتخلص من الفضلات (العبوات الفارغة والشكائر والعبوات الفارغة) هى حرقها أو دفنها فى مواقع موافق عليها من السلطات المختصة .

أ. التخلص الآمن عن طريق الدفن :-

ويتم عمل حفرة عميقة تجمع فيها العبوات بعد تثقيبهـا لمنـع إعـادة اسـتخدامها وتدفن فى موقع للدفن خاضع للإشراف ويجب أن توكل مهمة الدفن إلـى شـخص متخصص ويتم ذلك بعيداً عن مصادر المياه والمعيشة .

ب. التخلص عن طريق الحرق :

وذلك باستخدام محارق خاصة للتخلص من النفايات تعمل على درجـات حـرارة مرتفعة وهى وسيلة فعالة ومأمونـة للـتخلص مـن غالبيـة فضـلات المبيـدات والأسمدة وهو السبيل الموصى به والمفضل على أنـه يجـب ألا تتعـدى درجـة حرارة المحرقة 1000°م للتخلص من الفضلات تماماً وذلك داخل محارق خاصـة ويراعى أن يتم الحرق بعيداً عن المساكن والمزروعات .